



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**Lucas Antonio Xavier**

**Vitória - ES**  
**2019**



## FEIRA DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA ARTICULAR TEORIA-PRÁTICA UTILIZANDO O DIAGRAMA V

Lucas Antonio Xavier

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadores:  
Prof. Dr. Breno Rodrigues Segatto  
Prof. Ph.D Laércio Evandro Ferracioli

Vitória - ES  
Fevereiro, 2019

FEIRA DE CIÊNCIAS: UMA PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA PARA  
ARTICULAR TEORIA-PRÁTICA UTILIZANDO O DIAGRAMA V

Lucas Antonio Xavier

Orientadores:

Prof. Dr. Breno Rodrigues Segatto  
Prof. Ph.D. Laércio Evandro Ferracioli

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física  
(MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de  
Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

---

Dr. Nome do Membro da Banca

---

Dr. Nome do Membro da Banca

---

Dr. Nome do Membro da Banca

Vitória - ES  
Fevereiro 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Xavier, Lucas Antonio do, 1970-

X000x Feira de Ciências: uma Proposição Metodológica para articular Teoria-Prática  
utilizando o Diagrama V / Lucas Antonio Xavier. – 2019.

180 f. : il.

Orientador: Breno Rodrigues Segatto

Corientador: Laércio Ferracioli.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Oficinas pedagógicas. 3. Diagrama V. I.  
Segatto, Breno Rodrigues, 19??-. II. Ferracioli, Laércio Evandro, 1955-. III.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. IV. Título.

CDU: 53

---

Elaborado por ...

## **Dedicatória**

Dedico esta dissertação a todos que acreditam em um ensino de ciências transformador.

## **Agradecimentos**

A minha mãe e meus irmãos, pelo incentivo dado para a busca do conhecimento.

Aos meus orientadores professores Dr. Breno Rodrigues Segatto e Ph.D. Laércio Ferracioli por me iniciar na cultura do Diagrama V e pelo suporte dado durante o trabalho.

Aos professores do mestrado que me proporcionaram o aprendizado no Ensino de Física.

Aos meus colegas da turma 2017/1 do mestrado pelos incentivos dados durante estes dois anos.

Aos colegas da escola professora Filomena Quitiba que colaboram e ajudaram na organização da Feira de Ciências.

Aos estudantes, sujeitos dessa pesquisa, que engajaram na proposta do Diagrama V e que apoiaram na concretização desse trabalho.

À equipe gestora da escola que me autorizou a fazer o convite aos alunos, sujeitos dessa pesquisa, a participar do projeto que culminou nesta dissertação.

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pelo acolhimento.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo direcionamento do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, com ela foi possível participar de eventos científicos estaduais e nacionais.

## **Epígrafe**

Algumas razões para eleger uma pesquisa específica são evidenciadas na determinação do pesquisador em realiza-la, entre as intelectuais, baseadas na vontade de ampliar o saber sobre o assunto escolhido, atendendo ao desejo quase que genérico do ser humano de conhecer-se a si mesmo e a realidade circundante.  
(Nascimento e Prodanov)

## RESUMO

### FEIRA DE CIÊNCIAS: TEORIA COM EXPERIMENTO DE FÍSICA CONECTADO AO DIAGRAMA V COMO PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA

Lucas Antonio Xavier

Orientadores:

Prof. Dr. Breno Rodrigues Segatto

Prof. Ph.D Laércio Evandro Ferracioli

Essa dissertação apresenta um estudo descritivo de algumas atividades experimentais de Hidrostática/Hidrodinâmica e Eletrodinâmica para a Feira de Ciências da Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, situada no município de Piúma-ES, com histórico de 35 anos de realização anual do evento. As atividades desenvolvidas foram permeadas pelo método do Diagrama V, proposto por David Bob Gowin em 1977. Para infundir esse método no evento científico foram oportunizadas Oficinas Pedagógicas para os grupos de alunos das três séries do Ensino Médio. A proposta de utilização desse instrumento heurístico, por sua usabilidade no contexto experimental, é a de promover a ruptura de práticas de roteiros tradicionais. Foram estruturadas e ofertadas duas oficinas pedagógicas para estudantes do Ensino Médio regular com o objetivo de realizar a imersão desses alunos no novo método. Após a realização das oficinas foram realizadas atividades para promover maior familiaridade com o novo instrumento. O pesquisador desenvolveu junto aos alunos dezoito atividades experimentais de Física e destas, foram selecionadas dez atividades como objeto desta pesquisa, sendo seis grupos formados com alunos do primeiro ano, um grupo do segundo ano e três grupos do terceiro ano. Foram sete atividades de Fluidos e três de Eletrodinâmica, tendo o Diagrama V como norte dos procedimentos de orientação, coleta de dados e avaliação em todo o processo. Os Diagramas Vs produzidos pelos grupos de alunos foram analisados a partir dos critérios propostos por Novak e Gowin (1984) e Prado (2015) para estabelecer os critérios de valor. Fazendo uma avaliação geral do processo, constata-se que a infusão da heurística de Gowin foi exitosa ao propiciar a visão do pensar com a práxis na construção do conhecimento. Pode-se inferir que esses estudantes começaram a perceber a importância da dinâmica do Diagrama V como instrumento referencial para os experimentos desenvolvidos para a Feira de Ciências e para explicação destes ao público visitante.

**Palavras-chave:** Diagrama V, Oficina Pedagógica, Feira de Ciências, Física.

Vitória - ES  
Fevereiro, 2019



## **ABSTRACT**

### **SCIENCE FAIR: THEORY WITH PHYSICAL EXPERIMENT CONNECTED TO V DIAGRAM AS A METHODOLOGICAL PROPOSITION**

Lucas Antonio Xavier

Supervisors:

Prof. Dr. Breno Rodrigues Segatto  
Prof. Ph.D Laércio Evandro Ferracioli

This dissertation presents a descriptive study about some experimental activities of Hydrostatic / Hydrodynamic and Electrodynamics for the Science Fair of the State School of Elementary and High School levels "Teacher Filomena Quitiba", located in Piúma city -ES, with a history of 35 years of annual event. The activities developed were permeated by V Diagram Method, proposed by David Bob Gowin in 1977. To instill the method in the scientific event, Pedagogical Workshops were organized for the groups of students of the three series of High School. The proposal to use this heuristic instrument, due to its usability in the experimental context, is to promote the breaking of traditional itinerary practices. Two pedagogical workshops for regular high school students have been structured and offered with the objective of immersing these students in the new method. After the completion of the workshops, activities were carried out to promote greater familiarity with the new instrument. The researcher developed together with the groups of students eighteen experimental activities of Physics and were selected ten of them as object of this research: six groups were formed with students of the first year, one group with students of the second year and three groups with students of the third year. Seven activities about Fluids and three activities about Electrodynamics were carried out having the V Diagram as the north of the orientation procedures, data collection and evaluation throughout the process. The Vs diagrams produced by the groups of students were analyzed based on the criteria proposed by Novak and Gowin (1984) and Prado (2015) to establish the value criteria. In a general evaluation, it can be verified that the infusion of Gowin's heuristic was successful in propitiating the vision of thinking with praxis in the construction of knowledge. It can be inferred that these students began to perceive the importance of the dynamics of V Diagram as a referential instrument for the experiments developed for the Science Fair and for their explanation to the visiting public.

**Keywords:** Diagram V, Pedagogical Workshop, Science Fair, Physics.

Vitória - ES  
February and 2019

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> O Diagrama V de Gowin (adaptado de Novak e Gowin, 1984, p. 72) .....	16
<b>Figura 02:</b> Simulador de Física (Universidade do Colorado) .....	26
<b>Figura 03:</b> Laboratório didático virtual de Física (Universidade de São Paulo) .....	26
<b>Figura 04:</b> Laboratório virtual (SEDU) .....	27
<b>Figura 05:</b> Força atuante em uma superfície (FRANÇA, 2006, p. 312) .....	53
<b>Figura 06:</b> Teorema de Stevin (FRANÇA, 2006, p. 313) .....	53
<b>Figura 07:</b> Ilustração da prensa hidráulica com os pistões (FRANÇA, 2006, p. 315) .	54
<b>Figura 08:</b> Corpo imerso no fluido (FRANÇA, 2006, p. 315) .....	55
<b>Figura 09:</b> Tubo em regime de escoamento permanente (Nussenzveig, 1981) .....	56
<b>Figura 10:</b> Fluido escoando por uma tubulação (Tipler, 2006, p. 464) .....	57
<b>Figura 11:</b> Fenômeno de Venturi (Nussenzveig, 1981, p. 45) .....	59
<b>Figura 12:</b> Efeito Magnus (Nussenzveig, 1981, p. 53) .....	60
<b>Figura 13:</b> Navio “E-ship 1” (Cobenge, 2012) .....	61
<b>Figura 14:</b> Sentido convencional da corrente (FRANÇA, 2006, p. 698) .....	62
<b>Figura 15:</b> Fio cilíndrico de um material condutor (FRANÇA, 2006, p. 697) .....	63
<b>Figura 16:</b> Condutor de comprimento $l$ e área $S$ (FRANÇA, 2006, p. 701) .....	64
<b>Figura 17:</b> Circuito simples ligado a resistor e bateria (FRANÇA, 2006, 700) .....	66
<b>Figura 18:</b> Circuito composto por resistores conectados à bateria (FRANÇA, 2006, 721) .....	66
<b>Figura 19:</b> Circuito composto por resistores conectados a bateria (FRANÇA, 2006, 722) .....	67
<b>Figura 20:</b> Panorâmica da escola EEEFM Professora Filomena Quitiba .....	72
<b>Figura 21:</b> Destaque do Município de Piúma (mapa geopolítico do Estado e município) .....	73
<b>Figura 22:</b> O pesquisador em momentos das oficinas Pedagógicas do Diagrama V ..	81
<b>Figura 23:</b> Diagrama V utilizado na Feira de Ciências (adaptação de Prado, 2015) ..	82
<b>Figura 24:</b> Experimentos - Teorema Bernoulli/tubo de Venturi e Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades (efeito Magnus) .....	98
<b>Figura 25:</b> Experimento carro Flettner (Grupo 7) .....	98
<b>Figura 26:</b> Experimentos: Primeira Lei de Ohm em operação (Simulador) e Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental .....	100
<b>Figura 27:</b> Culminância: Feira de Ciências .....	105

<b>Figura 28:</b> Opinião de um aluno do 3º ano coletada durante a Feira .....	105
<b>Figura 29:</b> Opinião de uma aluna do 1º ano coletada durante a Feira .....	106
<b>Figura 30:</b> Opinião de um aluno do 2º ano coletada durante a Feira .....	106

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01:</b> Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2015) .....	03
<b>Gráfico 02:</b> Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2015) .....	03
<b>Gráfico 03:</b> Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2017) .....	04
<b>Gráfico 04:</b> Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2017) .....	04
<b>Gráfico 05:</b> Enem 2009 a 2017 .....	05
<b>Gráfico 06:</b> Enem 2015 .....	05
<b>Gráfico 07:</b> Enem 2016 .....	06
<b>Gráfico 08:</b> Enem 2017 .....	07
<b>Gráfico 09:</b> <i>Questão - Foco dos diagramas</i> .....	89
<b>Gráfico 10:</b> <i>Teoria nos diagramas</i> .....	90
<b>Gráfico 11:</b> <i>Princípios nos diagramas</i> .....	91
<b>Gráfico 12:</b> <i>Conceitos nos diagramas</i> .....	91
<b>Gráfico 13:</b> Espectativa do resultado do experimento .....	92
<b>Gráfico 14:</b> <i>Evento nos diagramas</i> .....	92
<b>Gráfico 15:</b> <i>Registro/Dados nos diagramas</i> .....	93
<b>Gráfico 16:</b> <i>Transformações nos diagramas</i> .....	93
<b>Gráfico 17:</b> <i>Conclusões e Justificativas nos diagramas</i> .....	94
<b>Gráfico 18:</b> <i>Resultado encontrado versus o esperado nos diagramas</i> .....	94
<b>Gráfico 19:</b> Inserção do Diagrama V na Feira de Ciência .....	101

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01:</b> Chave de pontuação para o Diagrama V .....	17
<b>Quadro 02:</b> Lista de perguntas para análise do Diagrama V .....	18
<b>Quadro 03:</b> Parte do Currículo de Física (1º ano) .....	23
<b>Quadro 04:</b> Parte do Currículo de Física (3º ano) .....	24
<b>Quadro 05:</b> Base de dados da Revisão .....	29
<b>Quadro 06:</b> Base de dados da Revisão de Feiras de Ciências .....	36
<b>Quadro 07:</b> Base de dados da Revisão de Feiras de Ciências .....	37
<b>Quadro 08:</b> Temas dos 18 trabalhos estruturados a partir do Diagrama de V .....	76
<b>Quadro 09:</b> Programação da Oficina do Método Científico .....	80
<b>Quadro 10:</b> Programação da Oficina Diagrama V .....	81
<b>Quadro 11:</b> planejamento da proposta de trabalho .....	83
<b>Quadro 12:</b> Apreciação das atividades experimentais com Diagrama V .....	84
<b>Quadro 13:</b> Temas dos 10 trabalhos estruturados para avaliação .....	89
<b>Quadro 14:</b> Apreciação da Feira de Ciências .....	103

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Feira de Ciências com citação em periódicos e congressos .....	49
<b>Tabela 2:</b> Critério de Avaliação para a <i>Questão – Foco</i> .....	86
<b>Tabela 3:</b> Critério de Avaliação para a <i>Teoria</i> .....	86
<b>Tabela 4:</b> Critério de Avaliação para os <i>Princípios</i> .....	87
<b>Tabela 5:</b> Critério de Avaliação para os <i>Conceitos</i> .....	87
<b>Tabela 6:</b> Critério de Avaliação para <i>O que você espera como Result. Exp.?</i> .....	87
<b>Tabela 7:</b> Critério de Avaliação para o <i>Evento</i> .....	87
<b>Tabela 8:</b> Critério de Avaliação para os <i>Registro/Dados</i> .....	87
<b>Tabela 9:</b> Critério de Avaliação para as <i>Transformações</i> .....	88
<b>Tabela 10:</b> Critério de Avaliação para as <i>Conclusões &amp; Justificativas</i> .....	88
<b>Tabela 11:</b> Critério de Avaliação para <i>O Resultado coincide com o que esperava?</i> .....	88

## **LISTA DE SIGLAS**

ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas  
AEE - Atendimento Especializado Educacional  
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CBC - Currículo Básico Comum  
CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente  
ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio  
EEEFM - Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio  
EEPCS - Escola Estadual Presidente Costa e Silva  
EJA - Educação de Jovens e Adultos  
ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências  
FECIENG - Feira de Ciências e Engenharia  
FEICIPA - Feira de Ciências do Pará  
FTQuiMA - Feira de Ciências Temática de Química e Meio Ambiente  
FUNBEC - Fundação brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências  
IBECC - Instituto Brasileiro de Educação cultura e Ciências  
IFES - Instituto Federal do Espírito Santo  
ILC - Indicador de Letramento Científico  
JOCICA - Jovem Cientista Capixaba  
LDB - Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional  
MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
MCT - Ministério de Ciências e Tecnologia  
MCTI - Ministério de Ciências, Tecnologia e Inovação  
ODA - Objetos Digitais de Aprendizagem  
PAEBES - Programa de Avaliação da Educação Básica  
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino Médio  
PCNs - Parâmetros curriculares Nacionais  
PhET - Portal Interactive Simulations  
PPGEnsFis - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física  
SBF - Sociedade brasileira de Física  
SEE - Secretaria de Estado de Educação  
SEDU - Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo

SECTTI - Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Trabalho

SNCT - Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

SNEF - Simpósio Nacional em Ensino de Física

TICs - Tecnologia da Informação e Comunicação

TIPESC - Teoria da Intervenção Prática da Enfermagem em Saúde Coletiva

UFES - Universidade federal do Espírito Santo

UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora

UFG - Universidade Federal de Goiás

UFPE - Universidade Federal do Pernambuco

UNESP - Universidade Estadual Júlio Mesquita

USP - Universidade de São Paulo



# SUMÁRIO

Resumo .....	viii
Abstract .....	ix
Lista de Figuras .....	x
Lista de Gráficos .....	xii
Lista de Quadros .....	xiii
Lista de Tabelas .....	xiv
Lista de Siglas .....	xv
Capítulo 1: Introdução .....	01
1.1 Problema da pesquisa .....	01
1.2 Sujeitos da pesquisa .....	08
1.3 Local da intervenção .....	08
1.4 Objetivos da pesquisa .....	09
1.5 Justificativa da pesquisa .....	10
1.6 Organização da dissertação .....	11
Capítulo 2: Referencial Teórico .....	13
2.1 Teoria de educação de Gowin .....	14
2.1.1 Diagrama V do conhecimento .....	15
2.1.2 Procedimentos para avaliar o Diagrama V .....	17
2.2 As Feira de Ciências .....	19
2.3 Conteúdos de Física no Ensino Médio .....	21
2.3.1 Fluidos .....	22
2.3.2 Eletrodinâmica .....	24
Capítulo 3: Revisão de Literatura .....	28
3.1 Diagramas V como estratégia facilitadora de aprendizagem .....	29
3.2. Feiras de Ciências como espaço de aprendizagem científica .....	35
Capítulo 4: Hidrostática, Hidrodinâmica e Eletrodinâmica .....	53
4.1 Hidrostática e Hidrodinâmica .....	53

4.1.1 Pressão e massa específica .....	53
4.1.2 Teorema de Stevin .....	54
4.1.3 Teorema de Pascal – prensa hidráulica .....	55
4.1.4 Teorema de Arquimedes – empuxo .....	55
4.2 Hidrodinâmica .....	56
4.2.1 Vazão, Equação da Continuidade .....	56
4.2.2 Equação de Bernoulli, Tubo de Venturi e Efeito Magnus .....	57
4.3 Eletrodinâmica .....	62
4.3.1 Corrente elétrica, resistência elétrica, efeito Joule e força eletromotriz ...	62
4.3.2 Circuitos de resistores e associação de resistores e baterias .....	67
Capítulo 5: Metodologia .....	70
5.1 Problema da pesquisa .....	70
5.1.1 Objetivo geral .....	71
5.1.2 Objetivos específicos .....	71
5.2 Universo, população e amostra .....	72
5.2.1 Participantes da pesquisa .....	72
5.2.2 Lugar e época da investigação .....	73
5.3 Desenho da investigação .....	76
5.3.1 As etapas da pesquisa .....	76
5.3.2 Tipo metodológico .....	79
5.3.3 Técnica e instrumentos da coleta de dados .....	79
5.4 Procedimentos adotado .....	80
5.4.1 Processamento dos dados obtidos .....	80
5.4.2 Descrição do estudo .....	81
Capítulo 6: Apresentação e Discussão dos Resultados .....	88
6.1 Critérios de avaliação dos Diagramas Vs .....	88
6.2 Atividades experimentais .....	90
6.2.1 Análise segundo os critérios de Gowin e Alvarez .....	90
6.2.2 Análise conceitual dos Diagramas Vs .....	97
6.3 Resultado do questionário de opinião sobre a utilização do Diagrama V ...	102
6.4 Resultado do questionário de opinião sobre a Feira de Ciências .....	105

Capítulo 7: Conclusões e Recomendações .....	108
Referências Bibliográficas .....	114
Apêndice A – Questionário de opinião sobre a Feira de Ciências .....	124
Apêndice B – Produto Educacional .....	125
Anexos .....	157
Anexo A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	157
Anexo B – Roteiro do questionário realizado com alunos .....	158
Anexo C – Diagrama V (Prado, 2015) utilizado nas atividades experimentais para a Feira de Ciências .....	161

# Capítulo 1

## Introdução

A Feira de Ciência apresenta-se como uma oportunidade ou uma rota alternativa para o educando ver o mundo por meio de uma ótica científica. Portanto, professores engajados nessa missão tem papel relevante ao propor projetos e metodologia para eventos experimentais de Física junto aos seus alunos do Ensino Médio. O propósito da Feira de Ciência da escola é socializar com a comunidade local os experimentos dos alunos. De acordo com a definição apresentada em documento oficial do Ministério de Educação:

Feiras de Ciências são eventos sociais, científicos e culturais realizados nas escolas ou na comunidade com a intenção de, durante a apresentação dos estudantes, oportunizar um diálogo com os visitantes, constituindo-se na oportunidade de discussão sobre os conhecimentos, metodologias de pesquisa e criatividade dos alunos em todos os aspectos referentes à exibição de trabalhos (BRASIL, 2006, p. 20).

Se bem organizadas, tais atividades podem ser prazerosas e com caráter significativo. O estudo aponta a necessidade nas escolas de realização de tarefas para incentivar práticas investigativas. Rosa (1995) pontua que “o sucesso da feira é um ingrediente motivacional e significativo para discentes e docentes”. Entretanto, quando é realizado trabalho experimental na escola refletimos uma afirmação de Carvalho (2014, p.9) afirma que, ‘não há expectativa de que alunos vão pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não têm idade, nem conhecimentos específicos nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tal realização’. Portanto, o desenvolvimento de aulas práticas é uma necessidade no Ensino Médio, pois permitem maior compreensão dos fenômenos, além de proporcionar a contextualização dos conceitos da Física com o cotidiano do educando.

### 1.1 Problema da pesquisa

Moreira (2014) em conferência proferida retrata como está o ensino de ciências no século XXI: “Centrado no docente, na aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados”. E nos mostra como deveria ser: “Centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas como modelagem, argumentação, comunicação, validação, entre outras”. É preciso mudar esse cenário. Em uma reportagem sobre educação e cidadania o professor de filosofia da Universidade Federal

de Juiz de Fora (UFJF) Juarez Sofiste afirma que “atualmente o colégio é um lugar insuportável, onde se passa conteúdo. O aluno é mero receptor. É preciso quebrar esse paradigma. O aluno deve ser o protagonista da escola. Ela deve ensinar o estudante a ter iniciativa, criatividade”. Dessa forma o autor aponta a necessidade de mudanças no cenário educativo.

Numa abordagem lúcida sobre *o ensino de Física no Estado do Espírito Santo*, Ferracioli (2012, p. 40) faz a seguinte indagação: “Como preparar nossos cidadãos para uma sociedade cada vez mais complexa, onde o processamento da informação, geração de conhecimento e inovação são os principais critérios de valorização da mão-de-obra?” Com esta questão podemos visualizar como estão os resultados de nossos alunos em avaliações no estado como o Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo - PAEBES e nacional, o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. O PAEBES<sup>1</sup> implantado em 2008 pela Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo (SEDU) objetivando avaliar e diagnosticar anualmente a aprendizagem dos estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio, e posterior tomada de decisão em relação à necessidade de implementar políticas públicas visando melhoria na qualidade da educação ofertada para a comunidade. Abaixo são apresentados os resultados do PAEBES (2015 e 2017) dos alunos das turmas do terceiro anos. Os Gráficos 01 a 04 apresentam o percentual do desempenho dos estudantes participantes da edição do PAEBES<sup>2</sup> de 2015 e 2017 no contexto estadual e da escola na disciplina de Física. A escala adotada pelo programa tem como padrão de desempenho e sua respectiva caracterização:

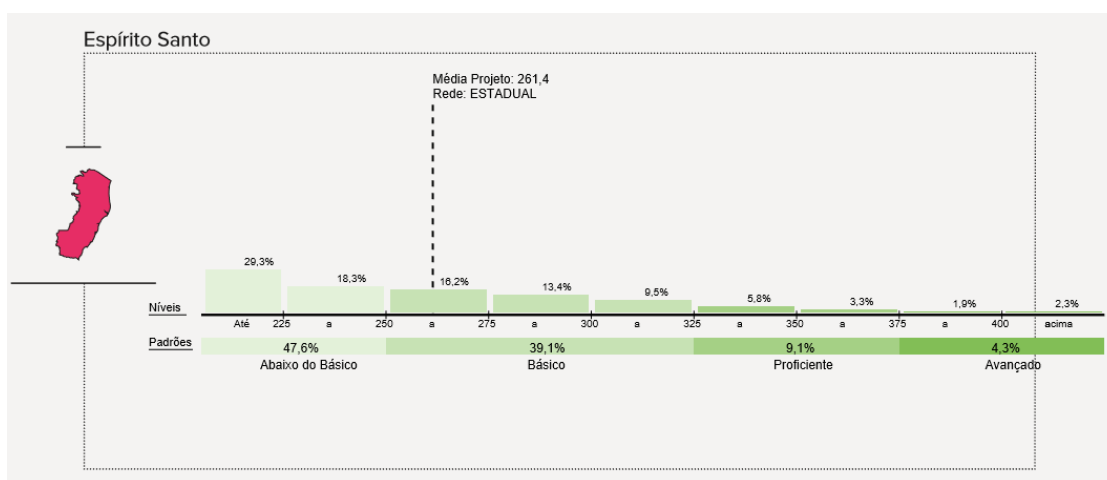
- Abaixo do básico: Neste Padrão de Desempenho, o estudante demonstra carência de aprendizagem do que é previsto para a sua etapa de escolaridade. Ele fica abaixo do esperado, na maioria das vezes, tanto no que diz respeito à compreensão do que é abordado, quanto na execução de tarefas e avaliações. Por isso, é necessária uma intervenção focada para que possa progredir em seu processo de aprendizagem.
- Básico: O estudante que se encontra neste Padrão de Desempenho demonstra ter aprendido o mínimo do que é proposto para o seu ano escolar. Neste nível ele já iniciou um processo de sistematização e domínio das habilidades consideradas básicas e essenciais ao período de escolarização em que se encontra.

---

<sup>1</sup> Cf. <http://www.paebes.caedufjf.net/> (acesso em 10/11/2018)

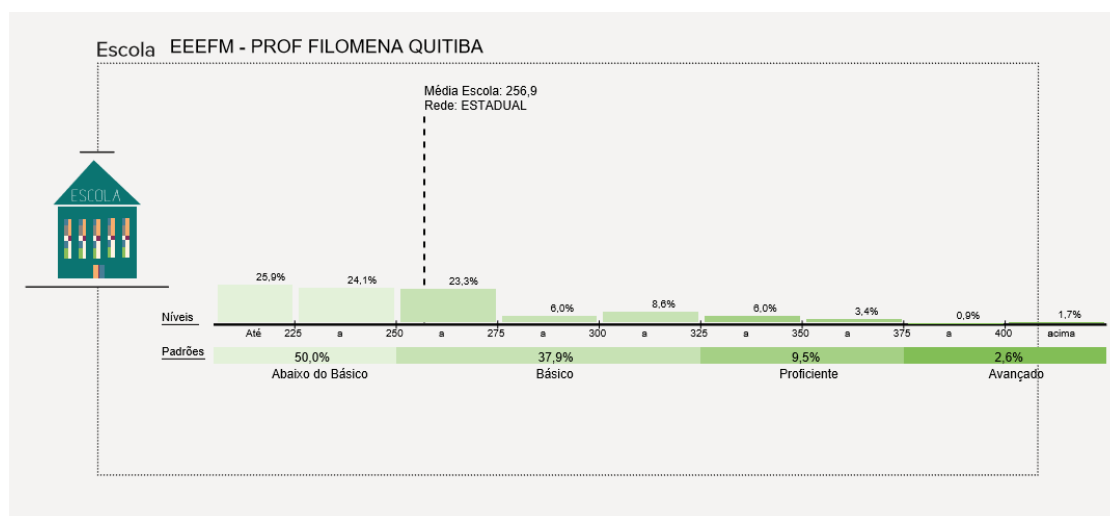
<sup>2</sup> Cf. <http://resultados.caedufjf.net/resultados/publicacao/publico/escola.jsf> Acesso em 10/11/2018

- **Proficiente:** Neste Padrão de Desempenho, o estudante demonstra ter adquirido um conhecimento apropriado e substancial ao que é previsto para a sua etapa de escolaridade. Neste nível ele domina um maior leque de habilidades, tanto no que diz respeito à quantidade, quanto à complexidade, as quais exigem um refinamento dos processos cognitivos nelas envolvidos.
- **Avançado.** O estudante que atingiu este Padrão de Desempenho revela ter desenvolvido habilidades mais sofisticadas e demonstra ter um aprendizado superior ao que é previsto para o seu ano escolar. O desempenho desses estudantes nas tarefas e avaliações propostas supera o esperado e, ao serem estimulados, podem ir além das expectativas traçadas.



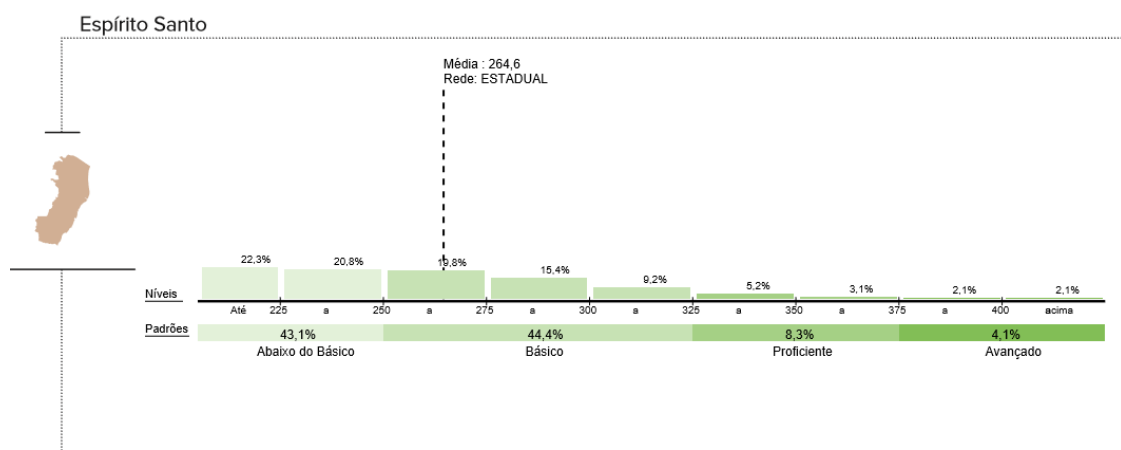
**Gráfico 01:** Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2015)

Na rede estadual, podemos notar elevado percentual de alunos abaixo do básico (47,6%) no exame de 2015, no nível básico (39,1%), apenas 9,1% dos alunos estão no nível proficiente e uma parcela bem menor 4,3% encontram-se no nível avançado.



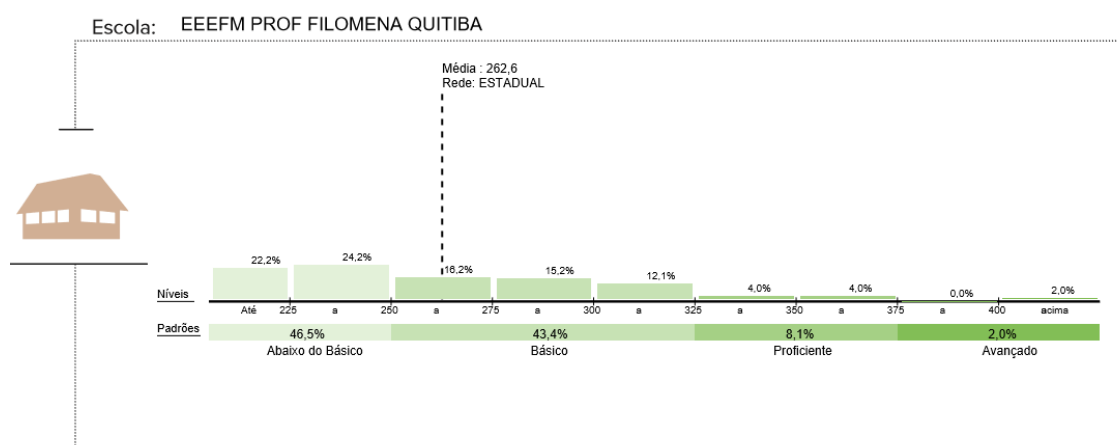
**Gráfico 02:** Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2015)

Neste mesmo ano a escola professora Filomena Quitiba teve resultados parecidos: 50% se encontram abaixo do básico, 37,9% no básico, os alunos proficientes foram de 9,5% e avançados 2,6% bem inferior quando comparado com os números da rede estadual.



**Gráfico 03:** Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2017)

Na edição de 2017 (Gráfico 03) houve uma pequena melhora nos resultados da rede, com uma redução para 43,1% de alunos abaixo do básico, que migraram para o nível básico atingindo 44,4%, houve uma queda na proficiência (8,3%) e no avançado (4,1%).



**Gráfico 04:** Percentual de Estudantes por Nível de Proficiência e Padrão de Desempenho (2017)

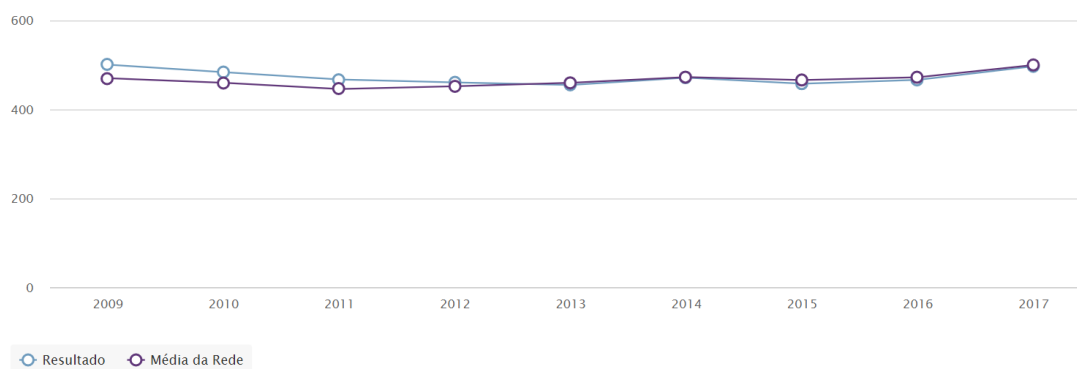
De acordo com os dados apresentados (Gráfico 04) a escola teve redução de alunos do nível abaixo do básico (46,5%), que também migraram para o nível básico

(43,4%), os níveis de proficiência foram (8,1%) e de avançado (2%). Esses percentuais são preocupantes, pois a oscilação para o nível de proficiência e para o nível avançado ocorreu de forma lenta. Urge, portanto, a necessidade de implementar mudanças para alavancar a qualidade da educação melhorando o desempenho dos alunos nesses níveis de proficiência e avançado.

Os resultados do Exame Nacional do Ensino Médio<sup>3</sup> (Enem) retratam uma realidade preocupante no cenário educativo da escola.

#### PROFICIÊNCIA MÉDIA AO LONGO DOS ANOS | CIÊNCIAS DA NATUREZA

Nota média dos alunos participantes

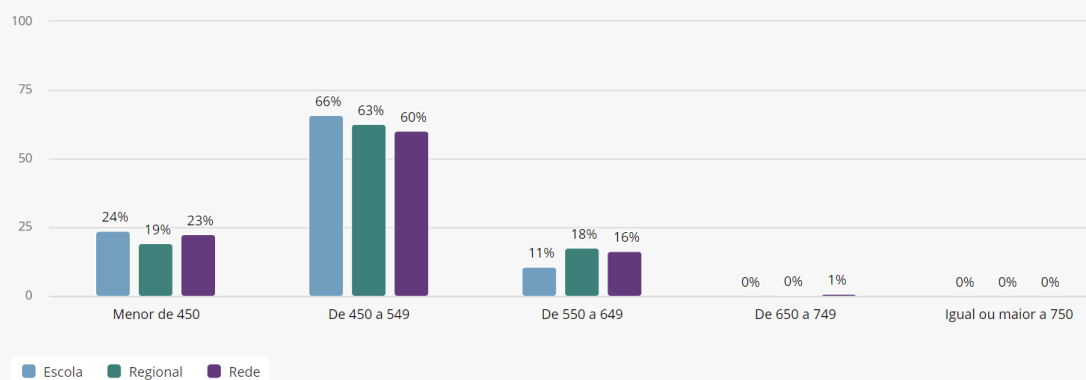


**Gráfico 05:** Enem 2009 a 2017

O Gráfico 05 mostra que os alunos não atingiram a proficiência adequada na área de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química).

#### DISTRIBUIÇÃO DE ALUNOS POR NÍVEL DE PROFICIÊNCIA | 2015

% de alunos por faixa de nota

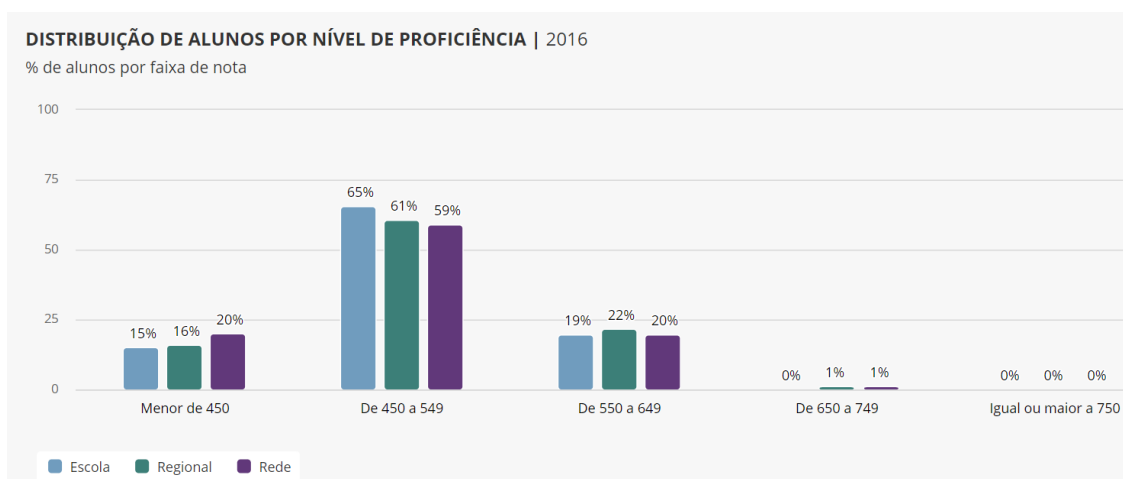


**Gráfico 06:** Enem 2015

<sup>3</sup> Cf. <http://educacaoemfoco.sedu.es.gov.br> (acesso em 10/11/2018)

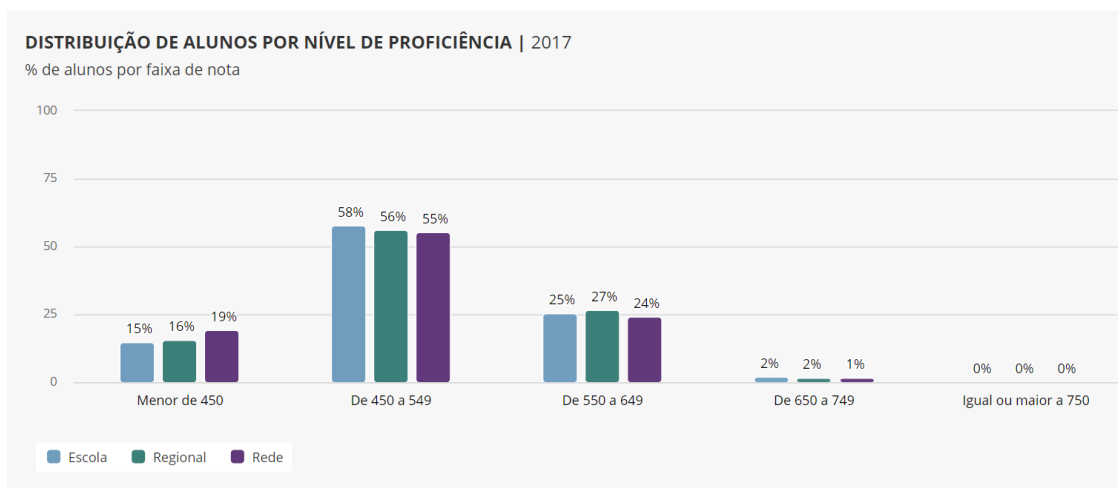


No ano de 2015 (Gráfico 066), os alunos da escola tiveram um percentual de 24% atingindo até 450 pontos enquanto que a rede obteve 23%, e outros 66% alcançaram entre 450 a 549 pontos superando a rede estadual com 60%, entretanto, de 550 a 649 o percentual cai para 11% que é inferior ao da rede com 16%. Acima desses valores os alunos da escola não pontuaram, ou seja, entre 650 a 749, a rede obteve 1%, acima de 750 pontos nem a escola e nem a rede obtiveram percentual.



**Gráfico 07: Enem 2016**

Em 2016 (Gráfico 07), os alunos da escola tiveram uma pequena melhora nos índices, 15% atingiram até 450 pontos enquanto que a rede obteve 20%, entre 450 a 549 pontos 66% dos alunos da escola enquanto que a rede estadual ficou em 60%, entre 550 a 649 o percentual foi 19%, inferior ao da rede que atingiu 20%. Acima desses valores os alunos da escola não pontuaram, ou seja, entre 650 a 749, a rede obteve 1%, acima de 750 pontos nem a escola e nem a rede atingiram percentual. Os resultados para a escola foram positivos quando comparados com o ano de 2015, os alunos migraram para pontuação de 550 a 649, que mostra, em termos de competências e habilidades, direcionamento nos estudos.



**Gráfico 08:** Enem 2017

Em 2017 (Gráfico 08), os alunos da escola tiveram uma pequena melhora nos índices, 15% atingiram até 450 pontos enquanto que a rede obteve 19%, entre 450 a 549 pontos 58% dos alunos da escola, pequena queda em relação aos dois anos anteriores, enquanto que a rede estadual ficou em 55%, entre 550 a 649 o percentual foi 25% superior ao da rede com 24%. Entre 650 a 749 a escola teve um percentual de 2% e a rede 1%, acima de 750 pontos, nem a escola e nem a rede obtiveram percentual. Os resultados para a escola foram positivos quando comparados com o ano de 2015 e 2016, os alunos migraram para pontuação de 550 a 649 e pela primeira vez conseguiu migrar na pontuação de 650 a 749. Entretanto o objetivo da escola é que seus alunos também atinjam e superem os 750 pontos. Para alcançar a meta os professores precisam mudar suas práticas ou incrementar metodologias ativas que visem melhor aprendizagem para os alunos da instituição.

Há um desafio enorme para reverter esses resultados, seja no PAEBES ou no ENEM. A avaliação internacional também não se apresenta satisfatória. De acordo com Perez (2015) os resultados são desanimadores, o Pisa (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) de 2012 mostra que “61% dos estudantes brasileiros tem fraco aproveitamento em ciências”. A autora retrata ainda, em outra pesquisa sobre os resultados da pesquisa de 2014, do Indicador de Letramento Científico (ILC) da população brasileira, que “tarefas cotidianas, que envolvem a capacidade de usar conceitos e procedimentos científicos básicos, são de difícil realização para mais da metade (55%) dos entrevistados”.

A contextualização da problemática apresentada é oportuna, pois retrata um pouco a prática pedagógica, que necessita de atualização para levar o educando a um melhor patamar de aprendizagem significativa. Assim, são elencadas perguntas a serem respondidas, bem como a legitimação e a formalização do problema no estudo:

- Como trabalhar o método científico com os estudantes?
- Qual melhor maneira de deixá-los em condições de explicar ao público seu experimento?
- Que instrumento pode auxiliar nesse percurso para a solução do problema?

O educando manifesta vontade de aprender, mas não se adéqua com metodologia tradicional, pois vivem no século XXI, no paradigma da conectividade. É necessário incutir metodologias ativas como a proposição do Diagrama V na prática pedagógica e alavancar o desempenho dos alunos em projetos, em avaliações entre outras possibilidades. Os questionamentos nos levaram à formulação da nossa problemática: o evento científico proporcionado pela escola anualmente retrata o baixo domínio científico por parte dos alunos, seja na escrita do projeto ou na explicitação experimental para a comunidade. Com relação à exposição do problema Sampieri, et al afirma:

“A abordagem e os seus elementos são muito importantes porque fornecem as diretrizes e componentes básicos a investigação; são também a chave para a compreensão dos resultados. A primeira conclusão do estudo se pauta na avaliação da abordagem realizada, o que aconteceu com a abordagem”  
Sampieri, et al (2006, p.46) (Tradução nossa).

## **1.2 Sujeitos da pesquisa**

Para o estudo foi escolhida uma unidade escolar localizada no município de Piúma, pois a instituição possui muitos anos de experiência no atendimento aos alunos da comunidade local. Com um universo de 1044 (mil e quarenta e quatro) alunos da Educação Básica foi selecionada uma população de 482 estudantes do Ensino Médio, dentre esses foram escolhidos 136 sujeitos para compor a amostra e aplicar os instrumentos do estudo realizado.

## **1.3 Local da intervenção**

O estudo foi desenvolvido na Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, situada no município de Piúma, Estado do Espírito Santo (ES) Brasil. A escola possui um histórico de 35 anos de realização anual de Feira de

Ciências na busca de engajamento do corpo discente e docente da Educação Básica. No decurso desses anos os projetos elaborados pelos alunos foram organizados e estruturados no intuito de buscar qualidade. É importante ressaltar que o evento foi inicialmente denominado Feira de Biologia em 1983, criado pela professora Carcília de Matos Rezende, com formação em odontologia, vinda de Minas Gerais, e, devido à escassez de professores no município foi convidada a lecionar biologia e ciências, trazendo a cultura de experimentações para o espaço formal da escola. Mais tarde com o envolvimento das demais disciplinas passou a ser chamada de Feira de Ciências. O ambiente de trabalho na escola continua o mesmo com as deficiências de estrutura física, portanto, urge uma necessidade de uma nova escola que abarca o modelo SEDU, de novas construções, com laboratórios para o desenvolvimento de atividades experimentais.

#### **1.4 Objetivos da pesquisa**

A pesquisa tem por objetivo analisar o papel do Diagrama V no projeto Feira de Ciências, evento realizado anualmente pela escola. Os Aspectos teóricos convergiram para que pudesse realizá-la:

E quando um professor se dispõe a realizar uma pesquisa na área de Educação, talvez seja porque ele vem problematizando sua prática, o que poderá levá-lo a se dedicar com afinco ao desenvolvimento de uma pesquisa original dessa problematização, e, para isso, é preciso que ele sintetize suas inquietações iniciais em uma pergunta diretriz (ARAÚJO; BORBA, 2004, p. 28).

O Diagrama V emerge como proposta alternativa a uma problemática existente no evento científico promovido pela instituição de ensino. Para responder aos questionamentos e atingir os objetivos estabelecidos, foram propostas as “Oficinas Pedagógicas” com o objetivo de abordar o método científico e a proposição do Diagrama V como elemento instrucional na Feira de Ciências com alunos do Ensino Médio. Assim, nos remetemos ao objetivo geral:

- Utilizar o Diagrama de Gowin como elemento instrucional para a Feira de Ciências.

Para respondê-lo são elencados os objetivos específicos:

- Promover a compreensão do método científico através do Diagrama V;
- Apresentar o Diagrama V como instrumento de percepção e análise da Física;

- Capacitar os alunos do Ensino Médio para a estruturação e mediação de seus experimentos para a Feira de Ciências.

## 1.5 Justificativa da pesquisa

No século XXI é necessário visualizar práticas pedagógicas que elevem o entendimento de Ciências e a maior compreensão da Física. Segundo as palavras de Mortimer e Scott (2002, p. 7), “é preciso ultrapassar a ideia de ciência fácil, simples e em continuidade com o senso comum. Entrar na cultura dos cientistas implica em conhecer uma outra forma de pensar, falar e de explicar o mundo cotidiano”. No ensino de Física é essencial conhecer como os alunos percebem e compreendem o mundo físico que os cerca. Saber como explicam os fenômenos, que argumentos utilizam nessa explicação. Gowin (1981) oferece um sistema de referência capaz de contribuir para a melhoria do ensino, trata-se da visão interacionista social de Gowin - Diagrama V - para analisar a estrutura do processo de produção do conhecimento. Fávero et al (2011, p. 162), afirma que, “as teorias educacionais são postas em prática por indivíduos socialmente constituídos, que revisitam as teorias e as redefinem no contexto que lhes é mais próximo”. Nesse contexto a inserção do Diagrama V, como instrumento na prática pedagógica, pode ser o caminho para uma maior aprendizagem da Física, de projetos como Feira de Ciências e, também, melhor preparação para avaliações internas e externas que os alunos submetem frequentemente.

Nos últimos anos, o projeto Feira de Ciências vem sendo desenvolvido na escola estadual Professora Filomena Quitiba sem muitas alterações no seu formato original. As características dos experimentos se adequa, em uma parte, ao currículo, e em outra parte, à temática sugerida pela Semana Nacional de Ciências e Tecnologia (SNCT), que em 2018 contemplou o tema ‘A Ciência no combate às desigualdades’. Portanto, o professor mescla durante o ano os conteúdos de sua disciplina com atividades experimentais, assim, a regularidades de sua prática pedagógica fica mais dinâmica. De acordo com Rosa (1995) a “atividade experimental regular, incorporada ao ensino de uma forma orgânica é condição imprescindível para uma atividade eficaz em feira de ciências”. A partir do ano de 2013 adotamos na escola o uso da “Computação em Nuvem” na orientação dos trabalhos. Os integrantes de cada grupo formado abrem uma conta de e-mail para acessar o arquivo, em nuvem, facilitando assim a contribuição dos membros na elaboração do texto escrito sob supervisão dos professores orientadores. O

uso das tecnologias facilitou bastante o trabalho de orientação junto aos alunos. Com a adoção da “Computação em Nuvem”, ainda assim, os alunos continuavam a ter dificuldades de entendimento em relação ao *template* onde deveriam realizar a escrita científica do seu trabalho. Outra grande dificuldade estava na explicação dos trabalhos, para o público visitante dos eventos científicos que participavam como: Feira de ciência da escola, Feira de Ciência e Engenharia (FECIENG/ES), Feira de Ciências Internacional “Ciência Jovem/PE” e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT).

## **1.6 Organização da dissertação**

Na perspectiva de busca da inserção do Diagrama V no projeto Feira de Ciências da escola Professora Filomena Quitiba, o trabalho foi dividido em quatro momentos básicos.

No primeiro momento buscou-se apresentar a proposta de Gowin (1981; 1984) com abordagem da problemática educacional de compreensão de conceitos e procedimentos por parte dos estudantes e as potencialidades do Diagrama V. Foram explorados os elementos constitutivos da heurística de Gowin e procedimentos para avaliar o diagrama. Nessa perspectiva foi discutido o projeto Feira de Ciências como alternativa para alavancar a qualidade do ensino de ciências.

No segundo momento, com o aporte da literatura, buscou-se ampliar a abordagem de recursos instrucionais, vislumbrando o Diagrama V como estratégia facilitadora de aprendizagem de ciências. Foram vários documentos analisados como: usabilidade do diagrama em atividades experimentais de diversas disciplinas; sequências de Diagramas V de Gowin no planejamento e avaliação de atividades; o uso do diagrama epistemológico no processo de investigação em Geografia; utilização e experimentação do *vê* de Gowin para a formação de docentes de física; a utilização do ‘V’ de Gowin em física experimental; utilização do Diagrama V em atividades experimentais de magnetismo; jogos no ensino de Química - um estudo sobre a presença/ausência de teorias de ensino e aprendizagem à luz do V Epistemológico de Gowin, entre outras possibilidades. Em seguida, foram explorados vários trabalhos relacionados à organização de Feira de Ciências como (re) construção do conhecimento pela pesquisa; Feira de Ciências pela Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP); Feira de Ciências e o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA); Feira de Ciências como um meio de divulgação científica; caracterização da atividade

dominante em evento de divulgação científica; entre outras opções. Finaliza com breve discussão dos desafios do ensino de física, metodologias e conceitos de fluidos e eletrodinâmica e possibilidades do uso de simuladores na prática pedagógica.

O terceiro momento traz discussão dos conceitos de fluidos e eletrodinâmica. Os conteúdos abordados vão dos teoremas hidrostática, como teorema de Stevin, Pascal e Arquimedes até hidrodinâmica, com a equação da continuidade, equação de Bernoulli e seus relacionados, como tubo de Venturi e efeito Magnus. A discussão prossegue com a eletrodinâmica, envolvendo conceito de corrente elétrica, resistores, lei de ohm e termina com circuitos elétricos associados.

O quarto momento foi dedicado ao trabalho de campo, caracterizado em dois estágios: preenchimento dos Diagramas Vs pelos grupos de alunos envolvidos com a Feira de Ciências. O segundo estágio corresponde a aplicação de um questionário a cada grupo formado que utilizaram o Diagrama V.

O quinto momento se constitui na apresentação dos resultados para posterior discussão do tema proposto, permitindo analisar se a imersão do instrumento heurístico de Gowin no projeto da feira da escola contribui efetivamente com o ensino de ciências.

O último momento, por meio de conclusões e recomendações finais da proposta do trabalho é apontado, além das características centrais do Diagrama V em projetos como Feira de Ciências, algumas abordagens de recursos instrucionais e estratégias facilitadora de aprendizagem.

## Capítulo 2

### Referencial Teórico

Este capítulo objetiva apresentar uma fundamentação teórica que abarca, desde o contexto de realização de Feira de Ciências e os diferentes métodos adotados para sua realização até a investigação sobre o uso do Diagrama V e sua relação quanto à aplicação em trabalhos experimentais. Normalmente existe certa dificuldade, por parte dos alunos, em explicar verbalmente teorias e conceitos quando estão participando em eventos científicos como Feira de Ciências. Entretanto, o professor possui papel preponderante em mediar essas dificuldades, levando-os a um conhecimento científico, por meio de uma aprendizagem significativa, de forma que os alunos consigam entender melhor as relações de seu experimento com a Física. Por ser um corpo de conhecimentos dotado de caráter experimental e de análise racional, a Física se apresenta como uma disciplina de grande importância para a sociedade, permeada, na atualidade, pelas contribuições tecnológicas vinculadas diretamente ao cotidiano dos cidadãos. De acordo com Cappelletto (2009, p. 21) a atividade experimental, que sempre fez parte da ciência física, esteve e continua a estar sistematicamente ausente no ensino da Física, e afirma:

Fazer física atualmente, além de fazer experiências, significa também dominar um poderoso aparato conceitual e matemático, um léxico próprio. Cada conceito aparece laboriosamente inserido em um ou mais princípios, que por sua vez se encontram articulados em formulações conceituais mais amplas, as teorias. (Cappelletto, 2009, p. 20)

De acordo com a autora, fazer Física é mais do que apresentar ao aluno um aparato acompanhado de conceitos. A ciência é fruto de construções que, quando relacionadas, em seus diferentes campos de conhecimentos, torna-se significativa. Reforçando esse pensamento, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), também propõe um ensino de Física diferenciado no Ensino Médio.

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 1999, p. 22)



Para Novak (2000, p. 19) a aprendizagem significativa se efetiva quando “o formando deve escolher aprender significativamente. O educando precisa manifestar disposição para aprender”. Segundo Moreira (2008, p. 16) “ninguém aprenderá significativamente se não quiser aprender. É preciso uma predisposição para aprender, uma intencionalidade”. Cabe ao professor buscar mecanismos que permitam ao aluno relacionar o novo conceito adquirido com um conceito pré-existente. O projeto Feira de Ciências, que possibilita ao educando adquirir postura mais crítica pode representar um dos mecanismos intencionais para alcançar a aprendizagem.

A aprendizagem significativa em Feira de Ciências pode ser facilitada com o uso de ferramentas, e, nesse caso, como proposto por Gowin (1981), denominado aqui como Diagrama V. As atividades experimentais atraem os alunos e podem proporcionar a construção de conhecimento que se relaciona, de uma maneira mais próxima, a sua realidade e o conhecimento científico. Segundo Cunha (2002) *apud* Campos *et al.* (2012, p. 5) “as atividades experimentais permitem aos alunos o contato com o objeto concreto, tirando-os da zona de equilíbrio e colocando-os em zona de conflito, construindo mais conhecimentos e posteriormente retornando a zona de equilíbrio”. Por outro lado, Belmont (2016, pp. 79-88) propõe o Diagrama V como rota de estímulo aos educandos para a pesquisa. Os alunos devem ser estimulados a formular questões e discutir possíveis caminhos para a solução do problema proposto.

## **2.1 A teoria de educação de Gowin**

David Bob Gowin (1970, 1981) elabora sua teoria de conhecimento para a educação com a proposição de elucidar o conhecimento, assim como a sua produção no meio educacional. A inclusão do diagrama nas instituições de ensino apontou um norte, com grande repercussão, refletindo até hoje em várias disciplinas. Nessa perspectiva é levado para dentro da Feira de Ciências este instrumento que se mostra poderoso no processo de investigação. O diagrama em formato de “V” é didático para o educando visualizar os elementos fundamentais e suas interações com o trabalho científico. Novak e Gowin (1984) o apontam como algo que se utiliza para ajudar a resolver um problema ou para entender um procedimento. Por meio do Diagrama V, Gowin (1981) citado por Ferracioli (2015) pode-se estabelecer regularidades factuais, criar conceitos e estruturas teóricas, além de possibilitar a mobilidade entre diferentes níveis de significados gerados pelo evento.

O instrumento heurístico tem como pressupostos as ideias de Gowin (1970) formuladas por meio de cinco perguntas como método de análise da estrutura do processo de produção do conhecimento que proporciona uma rota a ser percorrida.

1. Qual é a questão-básica investigada?
2. Quais os conceitos-chave usados para formular a questão-básica?
3. Qual a metodologia usada para responder à questão-básica?
4. Quais as respostas obtidas?
5. Qual o valor destas respostas?

Ferracioli (2005) elucida que a primeira pergunta direciona a pesquisa e as ações a serem tomadas. Os conceitos são formulados para culminar em uma base conceitual sólida. Na abordagem do método de pesquisa o autor pontua itens importantes como, planejamento de etapas, técnicas utilizadas, amostragem, dispositivos experimentais para coleta de dados e processo de análise. São caminhos percorridos para chegar às asserções de conhecimento e resposta ao estudo, perpassando por uma criticidade que leva à asserção de valor. A interação entre as cinco questões retrata os procedimentos investigativos:

A questão básica delimita e norteia o que será pesquisado; os conceitos-chave provêm a sustentação teórica para o questionamento proposto pela questão básica; os métodos determinam o desenvolver da pesquisa que gera as respostas à questão básica que são as asserções de conhecimento as quais, analisadas à luz de sua relevância, produzem as asserções de valor (FERRACIOLI, 2005).

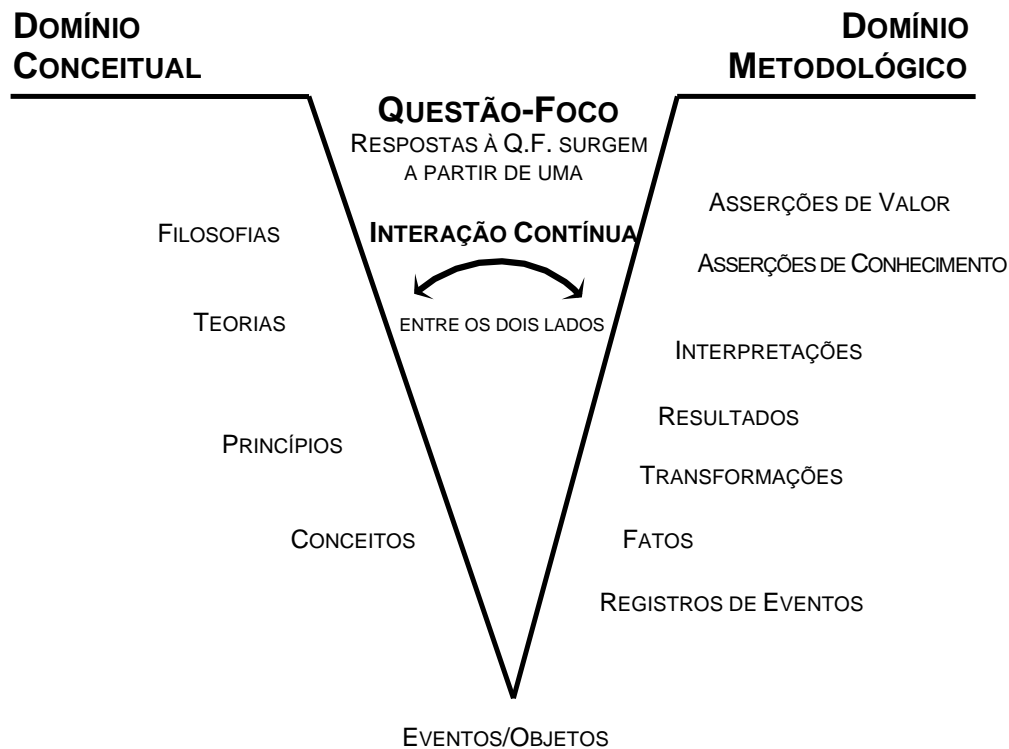
O Diagrama V é fruto da interação das cinco questões. Gowin (1981), Novak e Gowin (1984, p. 72) e Ferracioli (2005) trazem, à luz da educação, o uso do Diagrama V como um dos recursos que facilitam a aprendizagem. A heurística de Gowin possibilita adaptações, tornando-a valiosa. Novak e Gowin (1984) dizem que não há nada de sagrado, mas valiosa:

“aponta” para os acontecimentos e objetos que estão na base de toda a produção do conhecimento, [...] ajuda os estudantes a reconhecer a tensão e a interação que existe entre o conhecimento disciplinar que se vai construindo (e modificando) ao longo do tempo e o conhecimento que uma determinada investigação de momento realizada lhes permite construir (NOVAK E GOWIN, 1984, p. 73).

### *2.1.1 Diagrama V do conhecimento*

Diagramas V (Figura 01), constituem um meio de ajudar os educandos e os educadores a enxergar a estrutura e o significado do conhecimento. Para Cappelletto (2009, p. 52), o

Diagrama V é um método concebido para planejar, executar e finalizar investigações de pesquisa, analisar documentos e auxiliar professores a planejar suas aulas. É complementa que é uma “forma a educar a mente para pensar e examinar criticamente a estrutura do conhecimento de um trabalho”.



**Figura 01:** O Diagrama V de Gowin (adaptado de Novak e Gowin, 1984, p. 72)

Novak e Gowin (1984, p. 72) afirmam que o conhecimento é construído e não descoberto, que por ventura, os alunos imaginam que seja. Na construção do conhecimento os conceitos têm sua importância devido à regularidade dos acontecimentos. Na busca em querer mostrar de forma didática a estrutura do conhecimento, Gowin (1977) desenvolve um instrumento denominado de Diagrama V. No diagrama o conhecimento pode ser iniciado pelo vértice, pois, é onde estão os acontecimentos. Três elementos importantes do diagrama se constituem em conceitos, acontecimentos e registros, Novak e Gowin (1984, p. 19) mostram que essa união é necessária quando há tentativa de produzir conhecimento. Quatro anos depois Gowin (1981) utiliza sua heurística no processo de construção do conhecimento denominado pelo autor como um metac conhecimento, ou seja, o conhecimento que lida com conhecimento, ou ainda, aprendizagem sobre a natureza e a estrutura do conhecimento (NOVAK e GOWIN, 1984, p. 25). Esta epistemologia se tornou relevante,

principalmente no meio educacional. O Diagrama V possibilita ajudar o educando na aprendizagem, para estes dois autores, a autoridade reside nos acontecimentos observados, na validade dos registros e na qualidade da investigação, portanto, “ajudam-nos a ver que eles podem desempenhar um papel ativo no julgamento da validade das afirmações e que a aprendizagem se torna significativa quando eles se responsabilizam por esse desempenho” (Idem, p. 26).

### 2.1.2 Procedimentos para avaliar o Diagrama V

Como avaliar o Diagrama V do educando? Gowin criou como estratégia de avaliação, pontos a serem atribuídos para cada elemento que constituem a heurística. Cada item do diagrama recebe valor numérico que oscila entre 0 a 3 ou 4, que podem sofrer alterações, irá depender da investigação feita e o enfoque dado no trabalho, o Quadro 1 e o Quadro 2 trazem a síntese da pontuação e as perguntas.

**Quadro 01:** Chave de pontuação para o Diagrama V

Elementos do Diagrama V	Escore para o Diagrama V
Questão central	<p>0 — Não está identificada nenhuma questão central.</p> <p>1 — Está identificada uma questão, mas não se refere aos objetos e ao acontecimento principal OU ao lado conceptual do “Vê”.</p> <p>2 — Está identificada uma questão central; inclui conceitos, mas não sugere objetos ou o acontecimento principal OU estão identificados acontecimentos ou objetos errados em relação ao resto do exercício de laboratório.</p> <p>3 — Está claramente identificada uma questão central; inclui conceitos a serem utilizados e sugere o acontecimento principal e os objetos correspondentes.</p>
Objetos / Acontecimentos	<p>0 — Não se identifica o lado conceptual.</p> <p>1 — Identificam-se alguns conceitos, mas sem quais quer princípios ou teorias, OU um dos princípios que se apresenta inicialmente é o juízo cognitivo que se pretende estabelecer com o exercício de laboratório.</p> <p>2 — Identificam-se conceitos e, pelo menos, algum tipo de princípios (conceptual ou metodológico), OU identificam-se conceitos e a teoria relevante.</p> <p>3 — Identificam-se conceitos e dois tipos de princípios, OU identificam-se conceitos, um tipo de princípios e uma teoria relevante.</p> <p>4 — Identificam-se conceitos, dois tipos de princípios e uma teoria relevante.</p>
Teoria, princípios e conceitos	<p>0 — Não se identifica o lado conceptual.</p> <p>1 — Identificam-se alguns conceitos, mas sem quais quer princípios ou teorias, OU um dos princípios que se apresenta inicialmente é o juízo cognitivo que se pretende estabelecer com o exercício de laboratório.</p> <p>2 — Identificam-se conceitos e, pelo menos, algum tipo de princípios (conceptual ou metodológico), OU identificam-se conceitos e a teoria</p>

	relevante. 3 — Identificam-se conceitos e dois tipos de princípios, OU identificam-se conceitos, um tipo de princípios e uma teoria relevante. 4 — Identificam-se conceitos, dois tipos de princípios e uma teoria relevante.
Registros / transformações	0 — Não se identificam quaisquer registros ou transformações. 1 — Identificam-se registros, mas são inconsistentes com a questão central ou com o acontecimento principal. 2 — Identificam-se registros OU transformações, mas não ambos. 3 — Identificam-se registros para o acontecimento principal; as transformações são inconsistentes com o propósito da questão central. 4 — Identificam-se registros para o acontecimento principal; as transformações são consistentes com a questão central e com o nível escolar e a capacidade do estudante.
Juízos cognitivos	0 — Não se identifica nenhum juízo cognitivo. 1 — O juízo não está relacionado com o lado esquerdo do “Vê”. 2 — O juízo cognitivo inclui um conceito utilizado num contexto impróprio OU inclui uma generalização que é inconsistente com os registros e as transformações. 3 — O juízo cognitivo inclui os conceitos da questão central e deriva dos registros e transformações. 4 — Sucede o mesmo que anteriormente, mas o juízo cognitivo conduz a uma nova questão central.

**Fonte:** Novak e Gowin (1984, p. 87)

Um método de classificar os Diagramas Vs produzidos em função de um experimento a ser exposto, de acordo com Novak e Gowin (1984, pp. 88-89) consiste em atribuir uma pontuação compreendida entre zero e dez a cada uma das dez perguntas formuladas. As questões utilizadas foram:

**Quadro 02:** Lista de perguntas para análise do Diagrama V

Número de questões	Questões
1	Que objetos e/ou acontecimentos estavam a ser observados?
2	Que registros ou transformações de registros se fizeram?
3	Qual/quais foram as questões foco?
4	Que conceitos ou princípios relevantes se referiram ou estão implícitos?
5	Reconhecem-se nos registros, de uma forma válida, os principais aspectos dos acontecimentos e/ou objetos que se observam?
6	Os princípios relevantes foram formulados, considerados como estando implícitos ou ignorados?
7	Na investigação, que teoria se formulou ou se considerou implicitamente, no caso de existir alguma nestas condições?
8	Foi feito um esforço consciente e deliberado para ligar os conceitos e os princípios (a) aos acontecimentos e/ou objetos observados? (b) aos registros feitos? (c) às transformações de registros? (d) aos juízos cognitivos?
9	Formularam-se juízos de valor, e, no caso afirmativo, são congruentes com os juízos cognitivos?
10	Haveria uma questão foco melhor, ou será que os resultados respondem a uma outra questão central diferente da que foi colocada (ou que se infere ter sido colocada)?

**Fonte:** Novak e Gowin (1984, p. 89)

Para estes dois autores, as questões clareiam o entendimento do diagrama V e dão significado à temática da atividade investigativa. O Diagrama V, bem utilizado na educação, pode facilitar o trabalho docente e levar o educando maior entendimento das atividades propostas, apresentando a potencialidade de elucidar o entendimento sobre o processo de obtenção de conhecimento, proporcionando a visão do todo quando há interação do lado esquerdo com o lado direito. De acordo com Vicentin e Santos:

Uma vez que pode ser utilizado pelo aluno, recomenda-se que, em um primeiro momento o professor auxilie o preenchimento do diagrama, juntamente com os alunos. Ao estarem familiarizados com o Diagrama V, os alunos podem ter autonomia durante o seu preenchimento, cabendo ao professor apenas supervisionar a atividade para que as ideias possam ser melhoradas (VICENTIN e SANTOS, pp. 75-100, 2015).

Cappelletto, (2009, p. 54) ressalta um dos aspectos do diagrama V, que “é que ele ajuda a ver mais claramente como o conhecimento é construído, uma característica que é engrandecedora, útil e permanente”. As diversas possibilidades de uso do Diagrama V, de acordo com a autora, incluem “usá-lo para guiar projetos de pesquisa, analisar relatórios, livros de texto e material curricular, inclusive aqueles usados para desenvolver e aperfeiçoar o planejamento de eventos educativos”.

## **2.2 As Feiras de Ciências**

O cenário educativo nacional sofreu forte influência de estudos realizados em outros países, especialmente no ensino de ciências, definido por Mancuso e Filho (2006) como tradicional, até meados da década de 50. Num contexto de importantes avanços científicos e tecnológicos surge, segundo os autores, uma “revolução” nos currículos escolares a fim de repensar o processo educativo, especialmente nessa área de ensino. Dentre as estratégias pioneiras adotadas na iniciação às ciências os autores destacam a “constituição dos Centros de Ciências, a partir de 1963, juntamente com a intensa atuação do Instituto Brasileiro de Educação cultura e Ciências (IBECC) e, posteriormente a criação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC)”. Essas iniciativas permitiam, segundo os autores, a realização de experimentos fora do ambiente escolar. Os mesmos ressaltam ainda outro fator que contribuiu com a evolução desse cenário, que é a “inclusão da disciplina Iniciação à Ciência em todo o curso ginásial, e o aumento da carga horária de Física, Química e Biologia, no ensino médio”, fator propiciado pela Leis de Diretrizes e Bases da

Educação Nacional (LDB) 4.024, de 1961. Embora surgindo diferentes tendências educacionais no país, no decorrer do tempo, as mesmas coexistiram com a pedagogia autoritária da escola tradicional, afirmam os autores.

As primeiras Feiras de Ciências, segundo Mancuso e Filho (2006), surgiram na década de 60 e no decorrer dos anos foram ganhando espaço e forma, de acordo com os profissionais envolvidos, instituições participantes e diferenças de regionalidades, hora vinculadas aos Centros ou Secretarias de Educação e hora sem vinculação. Sobre o acontecimento deste tipo de evento, atualmente, os autores apontam:

Atualmente, o movimento das feiras mostra-se muito vivo em todo o Brasil (aparecendo em grande parte dos Estados), em vários países da América Latina e do mundo e, cada vez mais, o evento evidencia modos de superar a ideia de uma ciência como conhecimento estático, para atingir uma amplitude bem maior, de ciência como processo, ciência como modo de pensar, ciência como solução de problemas. Muitas investigações já apresentam um caráter interdisciplinar e, na maioria das vezes, estão motivadas pelos problemas e direcionadas às soluções existentes na própria comunidade, revelando uma contextualização dos conhecimentos (MANCUSO e FILHO, 2006, P.16).

Em relação à correta denominação do evento os autores esclarecem:

De muitas maneiras poderia ser definido o que se entende por um evento do tipo “feira” ou “mostra” científica. O próprio nome como ficou conhecido o evento nessas quatro décadas não define exatamente sua abrangência porque, para muitos (talvez a maioria), uma feira de ciências estaria restrita aos conhecimentos relativos à área “Ciências” do currículo escolar quando, na realidade, o termo “ciências” aqui pode ser entendido no seu sentido mais amplo, referindo-se muito mais à “pesquisa científica em qualquer ciência”, o que pode (e deve) o correr em todos os campos do conhecimento (Idem, 2006, p.16)

Portanto, a fim de aumentar a amplitude do evento, o que possibilitou a inclusão das demais disciplinas do currículo escolar, as denominações também sofreram alterações, conforme relatam os autores:

[...] hoje existe exposição de atividades realizadas por alunos, em muitas disciplinas, com a mediação de seus professores, em eventos com variadas denominações, tais como: “Feira de Criatividade Estudantil”, “Mostra de Talentos Estudantis”, “Feira de Ciências, Artes e Criatividade”, “Mostra da Produção Estudantil”, “Feira de Múltiplos Talentos”, “O que produzimos em nossa escola”, “Feira de Ciências e Tecnologia”, “Mostra da Produção Científica, Tecnológica e Literária”, “Feira de Conhecimentos”, “Feira de Ciência e Cultura” (Ibidem, 2006, p.18).

Traduzindo o pensamento de Mancuso e Filho (2006), independente da disciplina, o papel de incentivar a pesquisa é do professor, uma vez que o conhecimento não é definitivo, o que o torna passível de investigação em qualquer campo do conhecimento humano.

No estado do Espírito Santo, por meio da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovação, Educação Profissional e Trabalho (SECTTI), foi criada, pelo decreto 1.377-R, de 23 de setembro de 2004 a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), com realização anual no mês de outubro, com os seguintes objetivos:

mobilizar a população, em especial jovens e crianças, em torno de temas e atividades de ciência, tecnologia e inovação; valorizar a criatividade, a atitude científica e a inovação; destacar a importância da Ciência e Tecnologia para o bem-estar da população e para o desenvolvimento do Estado e estimular a discussão sobre os resultados, a relevância e o impacto das pesquisas científicas e tecnológicas e suas aplicações. BRASIL, E. D. F. (2013, p.48).

Em acordo com a Política Estadual de Ciência e Tecnologia, a SNCT, com realização em diferentes locais do Estado, vem estimulando a divulgação e popularização das atividades científicas e tecnológicas. Simultaneamente o evento Feira de Ciência acontece em todo o Estado do Espírito Santo fomentando e incentivando a pesquisa científica. A articulação de conteúdos escolares, por meio de projetos possibilita ao aluno a sistematização e o relacionamento desses conhecimentos por meio de situações problematizadoras. A essas experiências sociais dos alunos e desses com a comunidade escolar e local vinculam-se o desenvolvimento, de forma crítica e dinâmica, de competências e habilidades essenciais à formação integral do ser humano.

No próximo capítulo será abordado a utilização do Diagrama V em vários trabalhos onde foi utilizado a heurística, bem como uma análise de alguns trabalhos realizados no contexto de realização de Feiras de Ciências em diferentes realidades.

## **2.3 Conteúdos de Física no Ensino Médio**

O Currículo Básico Comum (CBC) elaborado pela Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo, traz orientações para o trabalho com os conteúdos da disciplina de Física, e orienta: “a Física a ser ministrada no Ensino Médio não se propõe simplesmente a descrever um punhado de fórmulas matemáticas desprovidas de significados, sem embasamento teórico ou experimental e aplicações no dia a dia” (CBC, 2009, V.2, p. 77). Nesse sentido os resultados mostram a necessidade de ações na maneira de ministrar os conteúdos. Nessa mesma perspectiva os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) nos levam a uma reflexão ao afirmarem:

“O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em



detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas” (BRASIL, 2000, p.22).

Os desafios imposto na disciplina de Física exigem um educador imbuído de competência e habilidades em sua prática pedagógica, uma vez que, numa concepção mais atual de currículo, o mesmo não está centrado nem no aluno e nem no conhecimento, como afirma Mello (2014), mas na aprendizagem, esta, por sua vez, como pontua a autora,

“sintonizada com as novas fronteiras de aprendizagem que vêm sendo abertas pelo uso pedagógico das tecnologias da informação e comunicação. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão se revelando um recurso pedagógico capaz de potencializar o ensino baseado em projetos e a organização de situações problema, estratégias pedagógicas pertinentes na concepção do currículo referenciado em competências (MELLO, 2014).

Autores como Menezes e Santos (2002) definem competência como um “conjunto de conhecimentos (saberes), habilidades (saber fazer) e atitudes (saber ser)”.

### *2.3.1 Fluidos*

Os principais estados físicos da matéria, vistos na educação básica, são o sólido, o líquido e o gasoso. Cada estado com suas particularidades, o sólido tem um desempenho permanente, enquanto o líquido e gases confinados fluem no espaço do recipiente. As características de fluidez dos líquidos e gases leva à denominação Fluidos. Dentro desta perspectiva estuda-se o conceito de pressão e suas aplicações no cotidiano, assim como, a velocidade, vazão, peso, densidade, empuxo. Para a aprendizagem em fluidos é necessário a adoção de vários materiais didáticos que devem ser utilizados em diferentes estratégias, na sala de aula e/ou no laboratório de Ciências. Formar um educando atualmente envolve mais do que aula tradicional, é necessário que os alunos participem de forma colaborativa da construção do conhecimento. Algumas questões que devem ser colocadas para trabalhar este conteúdo: qual a diferença entre pressão e força? Por que diminui a pressão quando aumenta a velocidade do fluido? Porque um objeto afunda ou flutua? As respostas para estas perguntas foram dadas pelos cientistas resiliente, como Evangelista Torricelli, Blaise Pascal, Simon Stevin, Arquimedes, Daniel Bernoulli tiveram durante suas pesquisas.

O conteúdo Fluidos é recorrente em processos seletivos, por exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), com questões que envolvem a hidrostática e a hidrodinâmica. Por motivos de redução de conteúdo, em 2009 foi retirado este tópico do Currículo Básico Comum (CBC), conforme ilustra o Quadro 3, tendo sido acrescentado novamente em 2016 para ser trabalhado em sala de aula, após a recomendação da Secretaria de Estado de Educação (SEDU).

**Quadro 03:** Parte do Currículo de Física (1º ano)

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a Física como construção humana, relacionando o desenvolvimento científico ao longo da história com a transformação da sociedade.</li> <li>• Apropriar-se de conhecimentos da Física para compreender o mundo natural e para interpretar, avaliar e planejar intervenções científico-tecnológicas no mundo contemporâneo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar transformações de ideias e termos científico-tecnológicos ao longo de diferentes épocas e entre diferentes culturas.</li> <li>• Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde, ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.</li> <li>• Avaliar propostas ou políticas públicas em que conhecimentos científicos ou tecnológicos estejam a serviço da melhoria das condições de vida e da superação de desigualdades sociais.</li> <li>• Compreender a construção de tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.</li> <li>• Descrever e comparar características físicas e parâmetros de movimentos de veículos, corpos celestes e outros objetos em diferentes linguagens e formas de representação.</li> <li>• Utilizar leis físicas para prever e interpretar movimentos e analisar procedimentos para alterá-los ou avaliá-los, em situações de interação física entre veículos, corpos celestes e outros objetos.</li> <li>• Comparar e avaliar sistemas naturais e tecnológicos em termos da potência útil, dissipação de calor e rendimento, identificando as transformações de energia e caracterizando os processos pelos quais elas ocorrem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução ao ensino de Física.</li> <li>• Grandezas físicas (escalar e vetorial) e Sistema Internacional de Unidades (SI).</li> <li>• Conceitos físicos fundamentais.</li> <li>• Noção de velocidade e aceleração.</li> <li>• A teoria de Galileu para queda dos corpos e princípio da inércia.</li> <li>• Noção vetorial.</li> <li>• Leis de Newton e suas aplicações: <ul style="list-style-type: none"> <li>- força peso</li> <li>- força normal</li> <li>- força de tração</li> <li>- força elástica</li> <li>- força de atrito</li> </ul> </li> <li>• Aplicações das Leis de Newton no movimento circular.</li> <li>• Introdução à gravitação universal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema Geocêntrico</li> <li>- Sistema Heliocêntrico</li> <li>- Leis de Kepler</li> <li>- Lei da Gravitação Universal</li> <li>- Buraco Negro</li> <li>- Fenômeno das marés</li> <li>- Movimento dos astros, como planetas, estrelas, cometas e outros).</li> </ul> </li> <li>• Noções de relatividade restrita.</li> <li>• Trabalho, potência, rendimento e energia.</li> <li>• Conservação da energia.</li> <li>• Impulso e quantidade de movimento.</li> </ul>

**Fonte:** CBC (2009, V.2, p.83)

### 2.3.2 Eletrodinâmica

A principal fonte de energia que consumimos é proveniente do Sol, que pode ser transformada em eletricidade por meio de células fotoelétricas e de forma indireta em outras modalidades, como eólica, geotérmica, hidráulica, dentre outras. O estudo da eletrodinâmica, por meio de diferença de potencial e corrente elétrica (Quadro 4) possibilita entendimento de parte dos conceitos envolvidos.

**Quadro 04:** Parte do Currículo de Física (3º ano)

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas à Física em diferentes contextos relevantes para sua vida pessoal.</li><li>• Compreender o papel da Física e das tecnologias a ela associadas nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social contemporâneo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interpretar e dimensionar circuitos elétricos domésticos ou em outros ambientes, considerando informações dadas sobre corrente, tensão, resistência e potência elétrica.</li><li>• Relacionar informações para compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos ou sistemas tecnológicos de uso comum.</li><li>• Selecionar procedimentos, testes de controle ou outros parâmetros de qualidade de produtos, conforme determinados argumentos ou explicações, tendo em vista a defesa do consumidor.</li><li>• Identificar diferentes ondas e radiações, relacionando-as aos seus usos cotidianos, hospitalares ou industriais.</li><li>• Comparar diferentes instrumentos e processos tecnológicos para identificar e analisar seu impacto no trabalho e no consumo e sua relação com a qualidade de vida.</li><li>• Analisar propostas de intervenção nos ambientes, considerando as dinâmicas das populações, associando garantia de estabilidade dos ambientes e da qualidade de vida humana a medidas de conservação, recuperação e utilização auto-sustentável da biodiversidade.</li><li>• Analisar diversas possibilidades de geração e condução de energia elétrica para uso social, identificando e comparando as diferentes opções em termos de seus impactos ambiental, social e econômico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo atômico atual.</li><li>• Radiação, suas interações e suas aplicações tecnológicas.</li><li>• Princípios fundamentais da eletrostática.</li><li>• Conceitos e aplicações de campo e potencial elétricos.</li><li>• Diferença de potencial e corrente elétrica.</li><li>• Elementos do circuito elétrico: resistor, gerador, receptor, condutor, elementos de controle e de segurança.</li><li>• Associação de resistores e geradores.</li><li>• Leis de Ohm.</li><li>• Potência elétrica.</li><li>• Circuitos elétricos simples.</li><li>• Introdução ao magnetismo: conceitos, ímãs naturais e artificiais e definição de campo magnético.</li><li>• Força de Lorentz.</li><li>• Lei de Ampere.</li><li>• Lei de Faraday e indução eletromagnética.</li></ul>

**Fonte:** CBC (2009, V.2, p.85)

O trabalho com os conceitos de Fluidos e Eletrodinâmica despertam alguns questionamentos, como tornar a disciplina de Física mais atraente para o educando? Como deve ser a mediação do professor em sala de aula? O que priorizar para que o aluno tenha mais domínio dos conceitos envolvidos no ensino de Física?

Martins, Ogborn e Kress (1999, p. 2) têm mostrado a importância da linguagem e, particularmente, da explicação no ensino e na aprendizagem de Ciências, pontuando “explicar envolve, além de uma análise cuidadosa dos conteúdos a serem tratados, considerar diferentes estratégias de comunicação”. Abarcando essa perspectiva compreende-se que a utilização das TICs na prática pedagógica pode auxiliar o aluno na construção do seu conhecimento.

Devemos visualizar alternativas para a compreensão de conteúdos aparentemente complexos para os alunos. Para maior entendimento dos conceitos da Física devemos olhar outras opções, como a digital, que permeia em grande parte o cotidiano dos estudantes. Há uma grande variedade de ferramentas a serem usadas, como mostra Silva e Duarte (2014):

A demanda por uma solução moderna e eficaz leva-nos ao conceito de software educacional. O desenvolvimento de um sistema que crie um ambiente no qual o usuário seja capaz de modelar, visualizar e interagir com a simulação proposta baseada em experimentos da Física real poderia ser considerada como uma solução para suprir esta demanda. Tal sistema seria uma ferramenta complementar para o estudo da Física, desde que através dele seja possível a realização de experimentos “virtuais” com a finalidade de esclarecer e reforçar o conhecimento teórico da Física (SILVA E DUARTE, 2014).

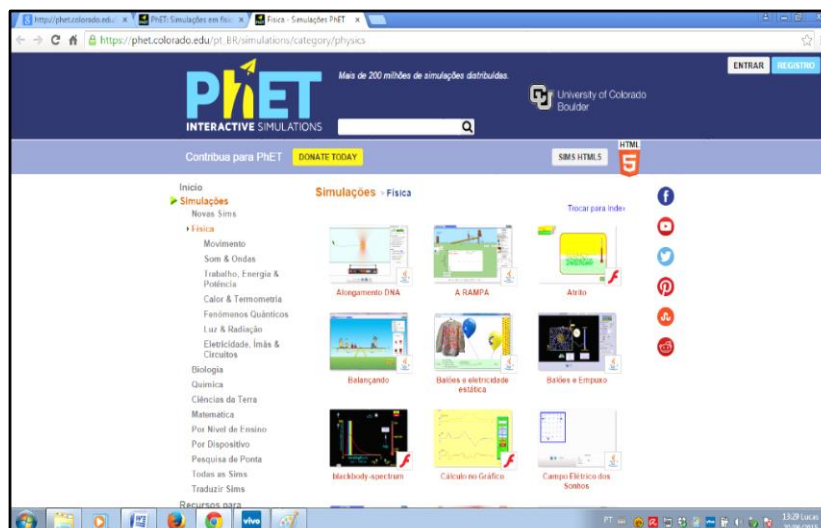
Mesmo adotando aulas expositivas frequentemente, o professor pode trabalhar com experimentos com o objetivo de facilitar a compreensão dos conceitos da disciplina de Física. Também poderão ser solicitadas outras atividades como, seminários, tarefas em simuladores virtuais, a fim de estimulá-los a elencar rotas de aprendizagens. Há uma grande diversidade de recursos tecnológicos na internet que podem ser adotados. O CBC (2009, V2, p. 82) mostra que, ao optar por este caminho, que envolve ferramentas tecnológicas, o docente estaria promovendo a “inclusão digital fazendo uso de *software* educativo como jogos, vídeos, simuladores e outros que contribuam significativamente para o desenvolvimento cognitivo do aluno”. A Universidade do Colorado<sup>4</sup>, a Universidade de São Paulo<sup>5</sup> e a SEDU<sup>6</sup> entre outras, disponibilizam gratuitamente na internet, ilustrados nas Figuras 02, 03 e 04, simuladores e laboratórios didáticos virtuais, como auxílio para trabalhar os conteúdos da física.

---

<sup>4</sup> Cf. [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics) (acesso em 20-07-2018)

<sup>5</sup> Cf. <http://www.labvirt.fe.usp.br/indice.asp> (acesso em 20-06-2017)

<sup>6</sup> Cf. <https://curriculointerativo-sedu-es-gov-br.escoladigital.org.br/> (acesso em 13-04-2018)



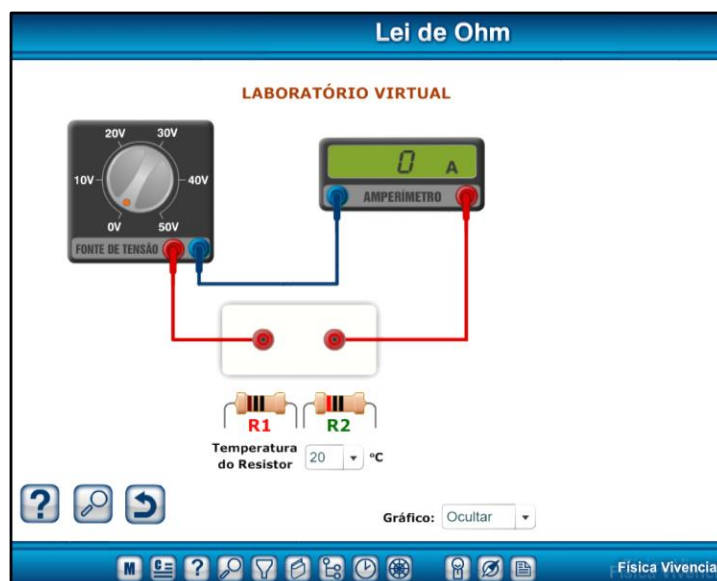
**Figura 02:** Simulador de Física (Universidade do Colorado)

Os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA) são recursos digitais com potencial educativo. Estão disponíveis simulações de Física que atendem a todos os conteúdos do Ensino Médio, no Portal Interactive Simulations (PhET).



**Figura 03:** Laboratório didático virtual de Física (Universidade de São Paulo)

A SEDU, em uma de suas ações para o desenvolvimento da educação disponibilizou uma plataforma de apoio às práticas educativas num ambiente virtual com vários Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), como ilustra a Figura 04.



**Figura 04:** Laboratório virtual (SEDU)

A busca por um ensino de qualidade perpassa por novas práticas pedagógicas exigindo assim um docente com novas posturas na transposição didática, viabilizando a aquisição de conhecimentos para o educando. Inserir o uso das tecnologias como os softwares, simuladores, entre outros, abre possibilidades para alavancar o desempenho dos alunos na disciplina de Física.

## Capítulo 3 - Revisão de Literatura

O espírito científico está fundamentado na existência de um problema ao qual se relacionam uma ou mais perguntas na busca da compreensão de fenômenos. Nessa perspectiva Bachelard (1996) caracteriza:

O espírito científico proíbe que tenhamos opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido de problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (BACHELARD, G., 1996, p. 18).

Dessa forma podemos entender que, o indivíduo dotado de espírito científico é também um ser questionador diante das teorias. Segundo Fávero e Nunes (2011, p. 162) “as teorias educacionais são postas em prática por indivíduos socialmente constituídos, que revisitam as teorias e as redefinem no contexto que lhes é mais próximo”. A prática do uso do Diagrama V em projetos de Feira de Ciências possui grande potencial, pois de acordo com Pacheco e Damasio (2014) pode possibilitar a mudança das concepções alternativas para as concepções físicas e, principalmente, formar cidadãos mais críticos. Isso tem importância na formação coletiva da sociedade, pois uma pessoa questionadora não aceita verdades ditas como naturais e esse cidadão vai tentar entender o motivo e o significado das coisas que acontecem no mundo.

Para Carrascosa et al. (1993) citado por Cappelletto (2009, p. 24), os professores costumam ver os trabalhos práticos de laboratório como meio de motivar os alunos para a aprendizagem de ciências e também como a única forma de familiarização com a metodologia científica. A inclusão do Diagrama V, também denominado por alguns autores como Vs, Vê e Vês, pode ser um instrumento para o educando entender a estrutura e o processo de construção do conhecimento da Física e melhor compreensão do método científico.

A familiarização e o domínio do uso do Vê são aspectos centrais da estratégia, seja para o professor ou para os alunos. O professor deve preparar suas aulas sempre tendo o Vê em mente. Elaborar mapas conceituais dos capítulos, elaborar Vês das experiências, de capítulos do livro, de textos distribuídos aos alunos. Os alunos, por seu lado, também deverão fazer o mesmo, principalmente nas aulas experimentais. Desta forma, a filosofia do Vê poderá “trabalhar” mesmo que o instrumento não esteja sendo utilizado explicitamente em aula. Basta que o professor o utilize, p. ex., como guia na preparação das aulas, dos materiais (CAPPELLETTO, 2009, p. 37).



A seguir será apresentada em duas etapas, o resultado de uma revisão bibliográfica, a primeira acerca o Diagrama V e a segunda sobre Feira de Ciências.

### ***3.1 Diagramas V como estratégia facilitadora de aprendizagem***

Essa primeira etapa da investigação consiste numa revisão da literatura realizada a partir da busca das palavras chaves: Diagrama V, Diagrama de Gowin, Heurística de Gowin, Feira de Ciências, em artigos, periódicos e congressos científicos das áreas de Ensino de Física e Ensino de Ciências, também, nos Portais de Mestrados Profissionais em Ensino de Física no período de 2014 a 2018, considerando que, em alguns momentos, se observará a presença de trabalhos de anos anteriores. O mapeamento (Quadro 05) é para verificar como tem sido feito o uso do Diagrama V e a sua integração aos experimentos. Na investigação dos trabalhos citados abaixo foi realizada a aplicação, a descrição da metodologia e conclusão sobre a utilização do Diagrama V. Além disso, apresenta-se, como proposta, a utilização do Diagrama V, embasada no referencial desta revisão, para que sejam introduzidos na educação básica em propostas como “Feira de Ciências” realizadas há anos na escola, no estado do Espírito Santo, na região Sudeste do Brasil contribuindo para ajudar os alunos a caminhar desde cedo em direção à aprendizagem significativa em Ensino de Ciências.

**Quadro 05:** Base de dados da Revisão

<b>Temáticas</b>	<b>Diagrama V</b>
Periódicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revista do professor de Física</li> <li>- Revista eletrônica Pedagogia em Foco</li> <li>- Revista Enciclopédia Biosfera</li> <li>- Revista da escola de Enfermagem da escola de enfermagem da USP</li> <li>- Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências</li> </ul>
Congressos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simpósio Nacional de Ensino de Física</li> <li>- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências</li> </ul>
Mestrados Profissionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFRGS</li> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFES</li> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFG</li> </ul>

Em artigo publicado na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Santos (2005) relata a proposição do Diagrama V como ferramenta de investigação na disciplina de Geografia na elaboração de projeto de pesquisa. No trabalho questiona-se sobre as formas possíveis de colaborar com o discente de geografia na aprendizagem de elaboração de projeto de pesquisa. Foram feitas considerações sobre pesquisa em geografia e posteriormente apresentação do Diagrama V para analisar o processo de produção do conhecimento. É ressaltado que a elaboração



de projeto de pesquisa é recorrente no cotidiano dos pesquisadores. Na Geografia os projetos contêm os itens Introdução, Justificativa, Objetivos, Referencial Teórico, Metodologia, Cronograma e Referências Bibliográficas. Objetivando evitar erros cometidos com estes itens, o autor propõe aos discentes a utilização do Diagrama V na construção da estrutura do projeto, articulando os itens do diagrama para facilitar a elaboração do texto do projeto de pesquisa. Para atender as especificidades da pesquisa em Geografia o autor optou em realizar adaptações do diagrama original de David Bob Gowin que teve como propósito desempacotar conhecimentos. As mudanças realizadas foram em asserções de conhecimento (resultados obtidos) para resultados desejados, ou seja, objetivos. Nas asserções de valor optou-se pelo termo justificativa. Santos conclui no artigo que o Diagrama V é um excelente instrumento no processo de investigação em Geografia, pois, pode facilitar a execução dos trabalhos dos alunos em final de cursos, como monografia ou trabalhos afins.

Cappelletto (2009) desenvolveu sua dissertação de mestrado com discentes dos cursos introdutórios de Física Geral para Engenharia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul com a meta propositiva de investigar as causas do fracasso da atividade experimental na disciplina, objetivando minimizar a distância entre teoria e laboratório. Foi utilizado o Diagrama V para desempacotar o conhecimento e utilizado para entendimento de textos, assim como, alternativos aos relatórios em aulas experimentais. O embasamento teórico ancorou-se na teoria da aprendizagem de David P. Ausubel e Joseph D. Novak e nas teorias de ensino de David B. Gowin e de Marco A. Moreira. Fundamentou-se também, em ideias-chave da epistemologia e filosofia da ciência contemporânea para compreender em maior profundidade conceitos da física e concepções epistemológicas nas aulas de física. As experiências desenvolvidas foram em três turmas abrangendo um universo de 60 alunos dos cursos das Engenharias Civil, Mecânica e Química. Os estudantes apresentaram dificuldades em compreender a estrutura do V e de termo como “asserção”, conflito da conjunção de relatórios e diagrama nas atividades experimentais. Os itens do Diagrama V - conceitos, eventos, questão-foco, asserção de valor – eram em algumas situações “preenchidos” ao invés de serem “construídos”, exigindo, dessa forma, mudança de direção por parte da pesquisadora no ano seguinte da sua pesquisa, como a adoção de avaliação dos Diagramas Vs dos alunos com mais eficiência. Na avaliação o Diagrama V se mostrou promissor comparando com os tradicionais relatórios utilizados na disciplina. O uso do Diagrama V possibilitou visualizar a forte relação entre teoria e experiência. Os

resultados obtidos mostraram que a integração entre teoria e experimentação é dependente da atuação do professor. As concepções dos estudantes sobre a trilogia – ciência, cientista e a construção do conhecimento interfere na aprendizagem de teorias da física. A inclusão do Diagrama V auxiliou no planejamento das aulas teóricas como das atividades experimentais. Na conclusão a pesquisadora entende que é importante a inclusão da experimentação no ensino de Física.

No trabalho publicado SNEF 2009, Junior & Ferracioli, relatam a utilização do Diagrama V para promover inovação educacional em Física Experimental I, disciplina ofertada no curso de Física da Universidade Federal do Espírito Santo. A metodologia consistiu na divisão em grupos de 55 alunos em 3 turmas. Foram 3 aulas para cada experimento, sendo a primeira dedicada ao aprofundamento necessário da teoria, dos conceitos relacionados com o experimento e iniciação ao Diagrama de Gowin; a segunda aula destinada à confecção da experiência e a última aula, apresentação dos relatórios e Diagramas Vs para discussão dos resultados obtidos. A inclusão do Diagrama V como ferramenta foi com objetivo de abstrair elementos dos experimentos de Física, uma vez que, o modelo tradicional utilizado na graduação leva o aluno a seguir procedimentos com repetição sem almejar boa discussão da teoria envolvida nos experimentos. Para avaliação foram adotados os critérios de Mintzes e Novak (1999) para checar a interligação dos elementos do Diagrama V, os alunos tiveram dificuldades para descrever as experiências no evento, o mesmo ocorrendo com a dinâmica das rotações ao abstrair os conceitos. O autor também mostrou a dificuldade dos alunos em relacionar a Questão-Foco com o evento do experimento. Os alunos responderam um questionário opinativo onde consideraram que foi positiva a nova metodologia adotada, mostrando que o uso do Diagrama V ajudou a organizar as ideias ao envolver os experimentos. Concluíram sugerindo a continuidade do uso do V na disciplina.

Lima et al (2011) relatam em artigo publicado na revista eletrônica Pedagogia em Foco, estratégia de formação de licenciando em Física fazendo uso do Diagrama V como ferramenta didática na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física da Universidade Federal de Mato Grosso. A opção pelo Diagrama V considerou a facilidade de os alunos vivenciarem a aprendizagem significativa em aulas de laboratório. Foram construídos 36 Diagramas Vs e posteriormente foi feita uma análise exploratória seguindo os critérios de avaliação de Mintzes e Novak (1999). Os discentes foram divididos em grupo com quatro componentes onde realizaram a montagem e execução de experimentos com propósitos de responder à questão foco.

Inicialmente tiveram certa resistência ao uso do Diagrama V que foram construídos com base nos roteiros de laboratórios. A maior dificuldade foi com relação ao domínio conceitual, apresentando também, dificuldade em descrever o evento e em realizar o diálogo entre os elementos do Diagrama V e questão-foco com o evento. O trabalho é finalizado com apontamento de que houve aprendizagem significativa.

Rocha, T. L. e Paranhos, R. D. (2011) relatam em um artigo publicado na revista Enciclopédia Biosfera, o uso do Diagrama V como recurso de reflexão e organização no ensino de Biologia Celular, Histologia, Bioquímica e Biologia Molecular. Segundo os autores os professores, em geral, desconhecem o Diagrama V e os seus referenciais teóricos. Portanto, trazem o uso de uma sequência de Diagramas V organizados como exemplificação no ensino superior na UFG. Foi observado que os estudantes possuíam conceitos de senso comum e conceitos adquiridos e reorganizados sobre as células, foi constatado ainda que as aulas expositivas eram significativas apenas para uma parcela dos alunos. O Diagrama V<sub>1</sub> trouxe nas asserções de valor que o ensino de Biologia Celular deve abordar a diferenciação entre os tipos celulares e as relações entre os mesmos para a formação de tecidos e órgãos. Foi verificado no Diagrama V<sub>2</sub>, que os aspectos da Bioquímica e Biologia Molecular são desconhecidos pelos alunos. O Diagrama V<sub>3</sub> traz uma discussão sobre a bioenergética celular para sanar as dificuldades mostradas no Diagrama V anterior. Foi proposto, pelos autores, o uso de rede de diagramas a fim de fazer, principalmente, um elo entre asserções de valor com o evento do diagrama. Nas considerações finais os autores apontam que o uso do Diagrama V possibilitou a reflexão e a criticidade do currículo.

Silva et al (2013), em artigo publicado na Revista da Escola de Enfermagem da USP traz uma ferramenta denominada V de Gowin para desempacotar produções acadêmicas de Enfermagem. É retratado no artigo que não é possível falar em V de Gowin ou V Epistemológico ou ainda Diagrama V sem compreender o que vem a ser a Teoria Aprendizagem Significativa de Ausubel. Após sugerirem alterações no Diagrama V, proposto por David Bob Gowin, modificaram os itens do Domínio Metodológico para a inclusão dos elementos da Teoria da Intervenção Prática da Enfermagem em Saúde Coletiva (TIPESC) para posterior análise da dissertação “Estratégias e Táticas Alternativas na Modelagem dos Serviços de Saúde: buscando novos saberes para os processos de promoção da saúde”. Os autores mostraram no artigo a Figura Três com a TIPESC decodificada pelo Vê de Gowin: Captação da realidade objetiva, Interpretação da realidade objetiva, Intervenção da realidade objetiva, Reinterpretação da realidade

objetiva, onde constataram possibilidades que o V heurístico oferece a pesquisadores e educadores, sua capacidade de captação e interpretação de fenômenos ligados à saúde. Destacam ainda o potencial do diagrama de Gowin de exploração visual sintética em produções acadêmicas.

Pereira (2015) desenvolveu seu trabalho de dissertação de mestrado com graduandos dos cursos de Engenharia Civil e Engenharia de produção na disciplina de Química Geral com propósitos em analisar o Diagrama V produzidos a partir de 10 experimentos realizados em uma instituição privada do Estado do Espírito Santo-ES. Adotou três turmas na realização da atividade experimental planejadas para cinco aulas com duração de 1 hora e 40 minutos. Foi realizada oficina na primeira aula de iniciação ao Diagrama V explorando os itens e na segunda aula o início da primeira atividade experimental com seguimento de preenchimento do Diagrama V. A terceira aula destinada à discussão do experimento e do Diagrama V. A quarta aula dedicada à segunda atividade experimental e consecutivamente a elaboração do Diagrama V para posterior exploração na quinta aula. Foram dez experimentos desenvolvidos pelos grupos formados nas três turmas. A pesquisa foi procedimental, ou seja, pesquisa de intervenção. O autor observou melhora entre comunicação e experimentação com a utilização da nova ferramenta colocada em prática nas turmas. O Diagrama V possibilitou criticidade dos alunos ao comparar esta ferramenta com os relatórios tradicionais utilizados na disciplina de Química geral. Chamou atenção dos graduandos da Engenharia envolvidos na atividade experimental que o Diagrama V promove de forma eficiente e a interação entre o pensar e o fazer na construção do conhecimento. Portanto, viram a grande potencialidade do novo enfoque adotado. Os alunos em geral tiveram dificuldades com o Domínio Conceitual. O autor conclui no seu trabalho que os resultados obtidos com a imersão da nova ferramenta de trabalho evidenciaram melhora no entendimento das experimentações feitas pelos discentes da Engenharia na disciplina de Química Geral.

Prado & Ferracioli (2017) relatam neste trabalho a utilização do Diagrama V como instrumento de orientação, coleta de dados e avaliação em atividades experimentais de eletromagnetismo para mostrar articulação entre teoria e prática em uma turma de Ensino Médio. Foi feito uma adaptação dos elementos do diagrama V original – Domínio Conceitual, Evento e no Domínio Metodológico - para facilitar o entendimento dos educandos. O Evento foi modificado para três caixas descrito como “Montagem”, “O que foi feito” e “O que foi encontrado”. Dentro do Diagrama V ainda

acrescentou: “O que você espera como resultado desse experimento?” “O resultado encontrado coincide com o que você esperava?” Também fez articulação dos termos “Conclusões e Justificativas” com os itens “Resultados, interpretação e Asserções de Conhecimento”. O estudo foi desenvolvido com estudantes da 3ª série do Ensino Médio da EEEFM Clovis Borges Miguel, Serra-ES. Uma turma com 32 estudantes divididas em grupos de 3 e 4 integrantes para as três atividades experimentais: A construção de uma bússola, de um Eletroímã e a visualização das linhas de Indução Magnética. O planejamento da atividade experimental mediada pelo Diagrama V consistiu de três aulas de 55 minutos. Na primeira aula prática foi construindo o experimento dado pelo professor. Na segunda aula prática e expositiva, o professor fez orientação na montagem do experimento e o início do preenchimento do lado conceitual do Diagrama V. Na terceira aula prática os grupos realizam o experimento com o circuito montado e finalizam o preenchimento do Diagrama V. Os Diagramas Vs dos grupos de alunos foram analisados seguindo o referencial teórico do autor, ou seja, a aprendizagem significativa. Os alunos apresentaram dificuldades para elaborar a questão foco, ou seja, o problema da pesquisa. O uso do Diagrama V permitiu mapear erros conceituais por parte dos alunos, dificuldades em distinguir conceitos com leis e princípios. O autor finaliza com a eficácia do Diagrama V em atividades experimentais. E concluem que o Diagrama V pode ser um instrumento norteador para o educando ao realizar atividade experimental.

Rezende, F. A. M. (2017) trazem na sua Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás (UFG) uma análise documental sobre jogos no ensino da Química objetivando constatar a presença ou ausência de teorias de ensino e aprendizagem à luz do Diagrama V. A disponibilidade de jogos lúdicos para a educação apresenta grande potencial e, compreender a epistemologia envolvida torna-se necessário. O autor analisou oito periódicos Qualis em Educação/Ensino A1, B1, B2 e B3, no período de 2000-2015, mediado pelo Diagrama V, que traz a questão-básica: existem elementos que indiquem uma possível epistemologia nos jogos utilizados no Ensino da Química? Se sim, qual seria esta epistemologia? Para responder, Rezende faz dialogia entre o domínio conceitual e o domínio metodológico apresentado em Diagrama V. Na filosofia considerou três categorias: ausência de referencial epistemológico; epistemologia genética; psicologia histórico cultural. Na dissertação são apresentados um Diagrama V para cada uma dessas categorias. Em seguida criou também subcategorias (teorias) para auxiliar na

análise dos dados e checar qual teoria foi utilizada no constructo dos jogos. Foram explorados ainda conceitos de “assimilação” e “habilidades e competências”; interação entre o conhecimento novo e o prévio. Objetivando verificar a utilização de teorias de ensino e aprendizagem no construto dos jogos, bem como sua (Não) Intencionalidade. Os registros foram realizados por meio do Diagrama V. E as transformações realizadas por meio de uma análise documental na qual analisou-se os artigos que utilizam jogos para o Ensino da Química nos principais periódicos de Educação/Ensino de Química. Em asserções de conhecimento ficou evidenciado a predominância da Teoria Construtivista nas categorias. E, nas subcategorias o predomínio foi o referencial piagetiano. Por fim, Rezende conclui nas asserções de Valor a utilização de teorias de aprendizagem na estruturação dos jogos. O uso do Diagrama V para o desempacotamento de conhecimento adotado na dissertação foi muito produtivo como ferramenta de trabalho.

### ***3.2 Feiras de Ciências como espaço de aprendizagem científica***

A Feira de Ciência é um meio estratégico de promover e fortalecer o ensino de ciências. Ao abordar sobre material de apoio ao ensino e aprendizagem das ciências no contexto, escolar, Paula (2011) afirma que:

Aprender e ensinar ciências são empreendimentos de alta complexidade. Isso porque, quando aprendemos ciências, estamos nos apropriando de uma nova cultura. No caso das ciências naturais, entre outros aspectos, essa nova cultura caracteriza-se pela adoção de um conjunto específico de modos, às vezes incomuns, de perguntar, investigar, interpretar, compreender e elaborar respostas para questões relacionadas às características de fenômenos que ocorrem na natureza ou que são provocados por aparatos tecnológicos (PAULA, 2011, p. 194).

O ensino de ciências desenvolvido para um Feira de Ciências requer procedimentos como elaboração de projetos, seja, tanto por parte do professor quanto pelo aluno para maior destreza de absorção da cultura dos pesquisadores. Entretanto, como se constrói um projeto? Questão elaborada por Almeida e Júnior (2000, p. 27), e mostram que, “a construção de um projeto deve considerar determinados aspectos para que haja unidade de propósitos, consistência nas ações, sentido comum nos esforços de cada um e resultados sistematizados”. Os autores afirmam que:

os projetos são oportunidades excepcionais para nossas escolas porque possibilitam um arranjo diferente nas dinâmicas de aprendizagem. [...] Projetos bem orientados motivam os alunos e os professores a superarem seus conhecimentos, rompendo os limites do ensino tradicional. Alteram substancialmente o sentido da aula, desfocando aquele modelo em que o

professor fala e os alunos ouvem. Implementar projetos significa oferecer a possibilidade de os alunos desenvolverem conhecimentos significativos (ALMEIDA e JÚNIOR, 2000, pp. 35-36).

Sobre o mapeamento do aporte científico necessário, o educando, segundo os autores:

precisará aprender a utilizar as ferramentas adequadas para a construção de conhecimentos com base científica, para a tomada de decisões adequadas, para a análise correta de dados. Precisará entender o círculo das provas, que começa na observação, passa pela hipótese, propõe modos de investigação e sugere as causas (ALMEIDA e JÚNIOR, 2000, p. 39).

A segunda etapa da pesquisa foi realizada por meio das palavras chaves: Feira Científica, Mostra de Física, Divulgação Científica, Ensino de Ciências, Alfabetização Científica, Educação em Ciências, Educação não formal, Educação Científica, Pedagogia de Projetos, Ensino com Pesquisa, Aprendizagem por Projetos, em periódicos, congressos e programas de mestrados profissionais para compreender os experimentos de Física em projetos de Feira de Ciências. A busca realizada com os principais artigos mais relevantes onde parte deles consta no Quadro 06, se deu no período de 1995 a 2016. Foram obtidos um total de 35 artigos, destes, 27 são das ENPECS, 7 Dissertações e 3 produtos respectivamente do Mestrado Profissional.

**Quadro 06:** Base de dados da Revisão de Feiras de Ciências

Temáticas	Diagrama V
Periódicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cadernos CIMEAC</li> <li>- Caderno Brasileiro de Ensino de Física</li> <li>- Revista Ciência em Extensão</li> <li>- Revista Destaques Acadêmicos</li> </ul>
Congressos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simpósio Nacional de Ensino de Física</li> <li>- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências</li> <li>- Congresso Ibero-americano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação</li> </ul>
Mestrados Profissionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFES</li> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFRGS</li> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFG</li> <li>- Mestrado Profissional em Ensino de Física – UFPA</li> <li>- Mestrado Profissional em educação em Ciências e Matemática - IFES</li> </ul>

O Quadro 07 mostra a base de dados utilizado na revisão de literatura sobre Feira de Ciências, a primeira parte traz em detalhes os artigos das ENPECS, e a segunda parte que consta na tabela 2, abarca sobre as demais fontes consultadas.

**Quadro 07:** Base de dados da Revisão de Feiras de Ciências

ENPECS	AUTORES
<b>VI ENPEC (2007)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOSS, S. L. B.; GASPAR, A. Análise da organização de uma feira de ciências realizada pela licenciatura em Física da UNESP/Bauru – SP</li> <li>• CORSINI, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. Feira de ciências como um espaço não formal de ensino: um estudo com alunos e professores do ensino fundamental</li> </ul>
<b>VII ENPEC (2009)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. Feira de Ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produções de estudantes de ensino médio</li> </ul>
<b>VIII ENPEC (2011)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FARIAS, L. N.; GONÇALVES, T. V. O. Feiras de ciências como oportunidades de (Re) construção do conhecimento pela pesquisa</li> <li>• SALVADOR, D. F.; OLIVEIRA, D. B.; ROLANDO, L. G. R.; ROLANDO, R. F. R.; MAGARÃO, J. F. L. Uma proposta de feira de ciências para alunos do ensino médio orientada pela aprendizagem baseada em problemas (ABP)</li> <li>• VASCONCELOS, S. D., SILVA, M. D.; LIMA, K. E. C. Abordagens e procedimentos metodológicos sobre feira de ciências adotados por professores de escolas públicas em um município da Zona da Mata de Pernambuco</li> </ul>
<b>IX ENPEC (2013)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BRASIL, E. D. F.; LEITE, S. Q. M. Potencial pedagógico da primeira Feira de Ciências e Engenharia do Espírito Santo para o desenvolvimento de uma educação CTSA nas escolas públicas estaduais</li> <li>• LIMA, K. E. C.; FLORENÇO, A. M. A.; VASCONCELOS, S. D. Pressupostos de professores do ensino básico de Pernambuco na definição de critérios para avaliação de projetos de Feiras de Ciências</li> <li>• RIBEIRO, I. H. S.; FRANCISCO, W.; COSTA, W. L. A Feira de Ciências como um meio de divulgação científica para a comunidade gurupiense</li> <li>• ZANDOMÊNICO, J. M.; CAMILETTI, G. G.; SILVA, S. G. S. Uma avaliação sobre a transposição didática e motivação de alunos de ensino médio em uma feira científica de física</li> </ul>
<b>X ENPEC (2015)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VASCONCELOS, I. G. M.; BIZERRA, A. F. Caracterização da atividade dominante em evento de divulgação científica</li> </ul>
<b>XI ENPEC (2017)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JANJACOMO, J. P.; CAPATÓ, W. L. B.; COELHO, G. R. Os usos feito por visitantes na XVIII Mostra de Física e Astronomia da UFES</li> </ul>

Boss e Gaspar (2007) propõem no artigo a análise da organização de uma Feira de Ciências realizada pelo curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual Júlio Mesquita (Unesp/Bauru - SP). Os mesmos propõem sugestões que visam contribuir para a sua melhoria. Os autores elucidam as características de museus e centros de ciências e um resgate histórico da conceituação de educação formal, não-formal e informal. Buscam, na teoria de Vigotski, elementos para subsidiar a fundamentação da importância de eventos científicos no processo de aprendizagem escolar. A metodologia adotada consta da análise da feira de 2004 a 2006 denominada “Física ao vivo”. Para coletar dados foram consultados materiais de divulgação,



entrevistas semiestruturadas aos idealizadores do evento e aos monitores, incluindo a aplicação de um questionário semiestruturado aos visitantes (alunos do ensino médio) com parâmetros sobre o tempo de exposição dos experimentos, localização e formato dos pôsteres, linguagem e treinamento dos monitores, espaço físico e local do evento. Os autores em seus referenciais teóricos resgatam discussões sobre museus e centros de ciências e conceitos científicos desses ambientes. Na sequência mostram que a feira de ciências “Física ao Vivo” tinha como meta principal proporcionar maior entendimento de fenômenos físicos por meio de experimentos de baixo custo retirados da Web ou livros de experimentos. Os autores tiveram como resultados obtidos com a colaboração dos visitantes, monitores e instrutores, os seguintes dados: “cerca de 60% dos visitantes afirmaram que o tempo de exposição dos experimentos não foi suficiente, 97 % afirmaram que houve interação monitor-visitante, 76 % afirmaram que o tamanho dos pôsteres estava bom, 90 % afirmaram que os pôsteres estavam visíveis, 94 % afirmaram que os textos e as figuras dos pôsteres estavam compreensíveis e 50 % afirmaram que o espaço físico não foi suficiente”. As sugestões dadas por Boss e Gaspar (Idem) com relação aos espaços físicos é que sejam utilizadas maior número de salas, com 5 experimentos em cada, com duas salas claras e uma escura, contemplando maior diversidade experimental. Mais espaço facilita o trânsito dos visitantes, evitando assim ter que reduzir o número de experimentos. Foram aconselhados a retirar o experimento Bobina de Tesla da feira por causa do odor devido ao ozônio ( $O_3$ ), substituir por outro experimento “Campo Magnético Gerado por Corrente Elétrica (GASPAR, 2003, p. 274)”. Outra sugestão valiosa é em relação ao tempo. Foi sugerido que passasse de 5 para 10 minutos o tempo para explicação de cada experimento, possibilitando maior interação do público presente com os monitores e contemplação das ideias, destacando que o evento feira de ciências deve desencadear as interações sociais. Opinaram também sobre a importância do papel do monitor no processo de ensino-aprendizagem em espaços não formais. Além de explicar, devem participar e orientar as discussões do experimento exposto ao público, por isso torna-se necessário um treinamento dos alunos da graduação que postulam serem monitores. Para facilitar a intersubjetividade entre monitor e visitantes. Boss e Gaspar (Ibidem) sugerem que o monitor inicie pela descrição do experimento, materiais utilizados, pontue o objetivo de forma clara, utilizando linguagem acessível e explorando detalhes do experimento que são imprescindíveis. O pôster deve apresentar as principais informações que o público precisa compreender ao apreciar o trabalho. Para melhor aprimoramento das próximas

edições do evento foi sugerido pelos autores um processo de avaliação formativa e somativa da feira. Os autores consideram ainda que a importância se deva a 4 fatores: ausência de centro ou museu de ciências na região de Bauru; possibilidade de diálogos entre a comunidade e a Universidade; potencial multiplicador e aperfeiçoamento no processo de formação de graduandos. Os autores sugerem, finalmente, a replicação de eventos desse porte.

Corsini e Araújo (2007) baseando-se na teoria sócio-histórica de Vigotski pontuam no trabalho a importância das Feiras de Ciências como local de divulgação científica. Salientam que várias pesquisas sobre ensino-aprendizagem nesses espaços buscam checar se as demonstrações experimentais contribuem para a compreensão dos conceitos científicos por parte da comunidade presente no evento. Portanto, as autoras objetivam-se investigar o entendimento dos conteúdos científicos abordados na Feira de Ciências sobre o ciclo da água e mudanças de estados físicos por alunos da 4ª série do ensino fundamental, além de avaliar a opinião dos professores dessa série. A pesquisa foi realizada em 2005 com os alunos da 4ª série da Escola Municipal Leônidas Pacheco Ferreira durante o evento científico proporcionado pela Escola do Ensino Fundamental e Médio “Capitão Henrique Montenegro” do município de Bocaina localizado no interior do Estado de São Paulo. Trata-se de evento bianual aberta ao público para apreciar os projetos dos alunos. Tendo como tema gerador ‘Água’ houve o engajamento de todo o corpo docente da escola no projeto. A temática envolveu diversos subtemas objetivando promover reflexões na comunidade sobre o precioso líquido. As autoras Corsini e Araújo (Idem) pesquisaram com os alunos da 4ª série a “A Magia da Ciência” para que os alunos relacionassem o ciclo da água às mudanças de estados físicos. Foi realizado um pré-teste respondido 15 dias antes do evento e posteriormente um pós-teste aplicado um mês depois. As autoras realizaram experimentações com os alunos analisando, na primeira etapa, as mudanças de estados físicos da água, e, na segunda, aplicação de um jogo do ciclo da água. A segunda etapa da pesquisa envolveu o 1º e 2º Ciclos do Ensino Fundamental. Após a aplicação de um questionário, referente à visão e a ação dos alunos sobre a Feira de Ciências, os resultados foram analisados e embasados em três categorias (corretas, imprecisas e incorretas) para checar o entendimento sobre a temática proposta. Assim, foi observado que todas as relações apresentaram melhora nas classes de respostas. Quando solicitado que desenhassem o ciclo da água, apenas 24% fizeram corretamente e após o evento científico 59% representaram corretamente o ciclo da água. Em outra questão (Pré-teste): Foi perguntado o que acontece com a água

da roupa que está secando? Um dos alunos respondeu: “Sobe nas nuvens”. E ao responder outra questão (Pós-teste) “A nuvem que você vê saindo do bico de uma chaleira com água fervendo é água no estado de vapor?” O mesmo aluno respondeu: “Não. Porque o vapor não dá para ver.” Os conceitos abordados na Feira de Ciências da escola vistos na Demonstração 1- Estados Físicos da água e na Demonstração 3- Jogo do Ciclo da água as autoras notaram um pequeno avanço no conhecimento dos alunos de 64% no pré-teste para 70% no pós-teste. Com relação às opiniões dos professores, 75% afirmaram que as feiras de ciências são um local de aprendizagem e 66,7%, tiveram dificuldades em avaliar se ocorre aprendizagem de conceitos científicos na visitação de eventos dessa natureza. Todos os professores (100%) concordaram sobre a importância do evento científico e destes, 62,5% têm dificuldade de trabalhar os assuntos abordados na feira na sala de aula. As autoras concluíram, com os dados coletados e analisados, que existe uma melhor compreensão dos conteúdos tratados no evento científico e ainda afirmaram que a visitação contribuiu para despertar o interesse pela ciência justificando a hipótese do ensino e aprendizagem em espaços não formais.

Em artigo publicado no ENPECS 2009 Hartmann e Zimmermann relatam uma pesquisa realizada para verificar a contextualização e a interdisciplinaridade em quinze trabalhos de alunos das escolas públicas do Distrito Federal, que foram apresentados na II Feira de Ciências do Ensino Médio em 2008. Os trabalhos submetidos ao evento deveriam seguir dez critérios que constavam no regulamento específico da Secretaria de Estado de Educação - SEE/DF. As autoras realizaram estudo de caso com análise documental e estudo de campo examinados posteriormente de forma qualitativa e quantitativa, considerando, portanto, a origem, a abrangência dentro da escola e a natureza das produções dos estudantes além de checar a contextualização e interdisciplinaridade nos projetos. Como resultado, 13% dos trabalhos não tinha uma relação direta com as disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias quanto à origem e abrangência. Outros projetos (53%) foram originados do currículo de ciências da natureza. Os demais projetos (27%) foram desenvolvidos no contra turno dos alunos que mostraram grande empenho nas atividades e engajamento nos projetos. Com relação a interdisciplinaridade, não houve o aporte dos professores das diferentes disciplinas, uma vez que, os próprios alunos articularam os saberes. Os trabalhos mostraram que a contextualização aconteceu de fato, explorando a ciência para o meio social. A pesquisa das autoras constatou que os projetos de iniciação científica das escolas de Ensino Médio são promissores para a formação dos alunos,

pois, segunda as autoras, ajuda a desenvolver a capacidade de explicar, justificar, estimar, interpretar, fazer julgamento e inferir.

Farias e Gonçalves (2011) descrevem no artigo as contribuições proporcionadas pela Feira de Ciências. Foi adotada a pesquisa qualitativa em forma de narrativa com análise de entrevista que envolveu 10 professores e 6 alunos que participantes da XI FEICIPA, juntamente com documentos ligados à Feira de Ciências no Estado do Pará. Os autores narram que o processo de orientação, a realização da pesquisa e a socialização com a comunidade relatado pelos sujeitos mostra grande oportunidade de aprendizado. Portanto, a comunhão entre professores orientadores, alunos e comunidade valoriza a curiosidade, o questionamento, reconstrução do conhecimento e abertura para investigação de problemas da comunidade local. Concluem com apontamentos para o desenvolvimento de dois pilares da educação, a habilidade de aprender a aprender que leve os sujeitos a (trans) formação.

O estudo de Salvador et al (2011) objetiva descrever o uso da metodologia de aprendizagem baseada em problemas em projeto de feira de ciências que foi realizada em 2009 em uma escola da rede estadual da região metropolitana do Rio de Janeiro. Os autores, por meio da ABP, mostram que o aluno pode aprender fazendo, transcendendo assim, em protagonismo, ao desenvolver competências metacognitivas ao executar as tarefas propostas para alavancar sua aprendizagem. A metodologia do trabalho consistiu de uma palestra para um público de 80 professores, destes, 18 docentes se envolveram para sistematizar a proposta para orientar os alunos por meio da ABP. Foram dadas três oficinas pedagógicas de capacitação para os 18 professores orientadores permeadas com materiais didáticos, sugestões de perguntas-problemas e maneiras adequadas da condução dos educandos de três turmas do ensino médio, uma de cada série escolhida aleatoriamente. As turmas foram divididas em 12 grupos, cada turma teve a sua temática dividida em subtemas. Os autores observaram engajamento e motivação de alunos e professores durante o desenvolvimento das tarefas. O maior interesse dos estudantes se concentrou nas notas e, posteriormente, na importância dos temas e a sensibilização dos assuntos para a sua formação. No primeiro ano foram abordados os temas: Química e Física verde com o desenvolvimento dos subtemas introdução e preceitos da Química e Física verde; projeto do prédio e da casa verde; tratamento de resíduos e reutilização. No segundo ano foram abordados os temas: lixo com os subtemas coleta seletiva, lixo tecnológico e radioativo, reaproveitamento, reciclagem, destino do lixo, biomassa e lixo como fonte de energia. E, por último o tema consumo,

tarifa do terceiro ano, com os subtemas: consumo de energia, consumo de água, consumo de álcool e gasolina. O percurso realizado com os alunos consistiu em responder a um questionário diagnóstico a fim de identificar o conhecimento prévio dos alunos. A elaboração dos projetos durou quatro meses e, em seguida, a culminância, ou seja, a realização da Feira de Ciências, com envolvimento de toda a educação básica, porém, mas a metodologia ABP foi adotada somente em 12 projetos. A duração da feira foi de três dias para visita da comunidade e um mês depois os alunos responderam outro questionário diagnóstico sobre o aprendizado adquirido. Em relação às perguntas: *Vocês acham que agora conhecem mais sobre o tema? Vocês acham que se aprofundaram o suficiente sobre o tema? Vocês conseguiram responder a todas as perguntas realizadas no dia da feira?* Foi constatado que, somente 17% dos alunos possuem muito conhecimento sobre os temas e subtemas. Todos os grupos apontaram a necessidade de maior aprofundamento sobre os temas. Seis grupos não apresentaram grandes dificuldades para entender as perguntas problemas. A maioria dos grupos teve barreiras tais como termos ou palavras difíceis impedindo maior aprofundamento dos temas, necessitando recorrer aos orientadores dos projetos. Se o projeto foi importante para aprendizagem dos alunos, 92% afirmaram que a realização Feira de Ciências foi fundamental para a aprendizagem dos temas. A proposta dos autores da inserção da metodologia ABP para desenvolver projetos foi uma experiência inovadora na escola, principalmente para o ensino de ciências. O trabalho de Salvador et al mostra um caminho de aplicação de metodologias ativas de aprendizagem, impactando positivamente a motivação e agregando aprendizagem significativa para os educandos da educação básica.

Vasconcelos et al (2011) retratam no artigo, abordagens e procedimentos metodológicos sobre Feiras de Ciências adotados por professores de escolas públicas no Município de Vitória de Santo Antão da Zona da Mata de Pernambuco, como objetivo geral na Feira de Ciências a contextualização e interdisciplinaridade, trazendo as percepções da infraestrutura, apoio oficial e as ações dos professores da rede municipal de Vitória de Santo Antão. Fez parte da metodologia dos pesquisadores a pesquisa exploratória descritiva contendo questionário e entrevista com 26 docentes de Ciências de 10 escolas em 2011. De acordo com os resultados obtidos, 53,8% dos professores estabelecem planejamento organizado e executável para o evento científico; com relação à temática 92,3% concorda que possui caráter interdisciplinar e contexto sociocultural com a comunidade; para 80,8% dos professores o espaço físico do evento

é adequado aos visitantes, entretanto, 26,9% dos entrevistados afirmam que a acessibilidade não é adequada aos portadores de necessidades especiais. Com relação às parcerias faltam iniciativas das entidades, como universidades e agências oficiais para fomentar projetos como Feiras de Ciências. Os entrevistados disseram que o formato das feiras segue um padrão convencional de exposições, oficinas e palestras e que 96,6% dão apoio na organização. A avaliação dos alunos fica no nível de participação, mas deveria ser mais profunda. Os autores concluem que o papel da escola é levar os alunos a serem aptos na reflexão e na crítica, ajudando-os na resolução de problemas, quando são propostas atividades científicas, possibilitando assim, o desenvolvimento das habilidades de questionar, investigar “como” e o “porquê” das coisas. O trabalho traz contribuições importantes, porquê realizar evento na rede pública e com pouco apoio de outras instituições requer, por parte de professores e alunos, grande empenho na organização, desenvolvimento, execução e avaliação para fomentar a cultura científica na comunidade.

Os autores Brasil e Leite (2013) tem por objetivo mostrar no artigo o potencial pedagógico da primeira Feira de Ciências e Engenharia do Espírito Santo (FECIENG) criada em 2012 para o desenvolvimento de uma educação CTSA nas escolas públicas estaduais. A metodologia da pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, fez uso de vários documentos como questionários, entrevistas, depoimentos e documentos oficiais. O trabalho seguiu algumas etapas de levantamento de dados de mostras científicas anteriores como a I FECIENG, estudo e análise do perfil dos trabalhos das escolas estaduais submetidos no evento à luz da pedagogia da práxis e do enfoque CTSA. Os sujeitos foram professores orientadores e alunos expositores das escolas estaduais. Os eventos anteriores à I FECIENG ocorreram a partir de 2004 com a criação do evento estadual ‘Semana Estadual de Ciência e Tecnologia’. Os alunos da rede estadual tiveram a primeira participação em 2006 e de forma mais efetiva em 2011 com maior representatividade de projetos. Em 2012 a I FECIENG contou com 126 alunos sob a orientação de 42 professores orientadores da rede estadual de 35 municípios de um total de 78 do estado. Durante os três dias de visitação houve a participação de um público de mais de 9000 alunos de 350 escolas públicas na apreciação de 42 trabalhos. O potencial do evento científico foi reconhecido pelos professores, pois mudou a rotina nas escolas, fato evidenciado, segundo os autores, nas falas: “*a feira de ciências traz para nós surpresas, aluno que não se envolve na sala de aula, passa a participar, muda sua visão de mundo ... se sente importante ... o ator principal é ele*”. Os resultados foram

satisfatórios quando foi considerada a abordagem CTSA, com a temática “Sustentabilidade, Economia Verde e Erradicação da Pobreza”, os trabalhos tinham as características, ciências, tecnologia, sociedade ou ambiente. Dos 42 trabalhos 32 abrangeram ambiente e quase 10% dos trabalhos abordaram todos os itens. Brasil e Leite concluíram em seus estudos que a participação dos alunos expositores favoreceu a autonomia, a interdisciplinaridade, o protagonismo, o pensamento crítico e indícios de uma educação CTSA. Os autores concluíram por meio da pesquisa que os trabalhos apresentados na I FECIENG foi produzido na perspectiva da articulação do ensino formal com a prática, valorizando a educação CTSA nas escolas da rede estadual engajadas com Feira de Ciências.

Lima et al (2013) buscam, por meio de pesquisa compreender quais critérios são utilizados pelos professores do ensino fundamental quando avaliam os projetos de Feira de Ciências. Os autores do artigo realizaram uma análise por meio de dinâmicas realizadas em quatro municípios de Pernambuco com um quantitativo de 102 docentes para identificar critérios mais relevantes ao avaliar alunos. A pesquisa é fruto do curso de extensão da UFPE “Feiras de Ciências como Ferramentas de Ensino e Pesquisa, integração do Projeto Cientistas na Praça: A Biodiversidade Nordestina em Feiras de Ciências em Pernambuco”, financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia/CNPq. No fim do curso/palestra/debates/dinâmicas, os professores selecionaram de uma totalidade de 17 critérios de avaliação, as seguintes: a ‘capacidade de expressão oral e resolução de perguntas’, ‘clareza do texto e dos recursos visuais’, ‘domínio do assunto abordado no projeto’ e ‘criatividade, inovação no tema ou na metodologia, como as mais relevantes em projetos científicos como a feira. Foi detectado que 57,1% dos grupos de professores concordam que a criatividade, inovação no tema ou na metodologia representa concepções diferenciadas e que dão indícios de reconhecimento das feiras como processo de construção de conhecimento. Os autores concluem que os professores não dão prioridades no processo de avaliação da Feira de Ciências de categorias como adequação da metodologia e revisão bibliográfica no percurso de construção de novos conhecimentos por parte dos alunos.

Ribeiro et al (2013) afirmam que as Feiras de Ciências podem ser caracterizadas como espaço de divulgação científica e um meio onde o educando desenvolve a criatividade por meio de projetos. Os autores trazem a visão dos visitantes sobre a 1ª Feira de Ciências Temática de Química e Meio Ambiente (FTQuiMA) e a identificação de como a divulgação científica é tratada pelas instituições de ensino. A FTQuiMA foi

realizada na Escola Estadual Presidente Costa e Silva (EEPCS) em 2012 com 38 projetos, dos quais, 24 projetos de alunos da EEPCS sobre diferentes meios de preservação do meio ambiente e os demais apresentados pelos graduandos da UFT, sobre química, reciclagem de papel, produção de sabão e transformação de energia mecânica em elétrica. O número de visitantes foi significativo totalizando 380 pessoas de 4 escolas convidadas, dos quais, 45 visitantes foram escolhidos aleatoriamente para responder a um questionário de 9 perguntas. Quando foi perguntado aos visitantes se suas escolas tem o hábito de realizar esse tipo de evento de divulgação científica, das 4 escolas somente estudantes de duas escolas disseram que sim. Acredita-se que a maior dificuldade seja a dimensão que evento exige e a conciliação dos professores no engajamento torna-se um desafio para as escolas. O questionário apresenta resultados que mostram que os alunos não possuem conhecimentos do que é divulgação científica ao responderem uma questão de visitação em ambientes que proporciona espaços para eventos de ciência. Procurou-se saber por meio dos visitantes das 4 escolas, de que outra forma a sua instituição trabalha a divulgação científica. As respostas foram: O Educandário Evangélico Ebenézer trabalha a divulgação científica nas porcentagens de 11% em sala de aula, 77% em documentários e filmes científicos e somente 10% utilizando revistas e textos mostrando assim, diversas estratégias. O colégio objetivo realiza somente em sala de aula, ou seja, 100%. É um tipo de escola que visa somente a preparação para vestibular sem outras preocupações com seus alunos. A terceira escola estadual Vida Guaracy faz a divulgação científica na proporção de 40% em sala de aula, 50% utilizando recursos como filmes científicos e documentários e 12% recursos com revistas e textos. E por último a escola municipal José Pereira da Cruz faz divulgação científica para seus alunos utilizando somente recursos como documentários e filmes científicos. A forma mais utilizada pelos alunos das 4 escolas para buscar informações sobre ciência é a internet e a segunda opção adotada é TV e documentários. Os autores já esperavam estas respostas, pois os alunos estão inseridos na cultura digital. Por fim, sustentam que as Feiras de Ciências são um meio propício para divulgar a ciência para a comunidade.

O trabalho Zandomênic et al (2013) apresenta uma avaliação sobre a transposição didática e motivação de alunos de ensino médio em uma feira de científica de física numa escola do interior capixaba, localizada no município de Baixo Guandu. Foram explorados aspectos como a participação dos alunos, engajamento e motivação na transposição didática e na exposição dos experimentos. Também fez parte da



avaliação do evento, as estratégias adotadas como o planejamento, desenvolvimento e execução. O evento foi realizado com os estudantes dos segundos e terceiros anos do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio José Damasceno Filho. O evento não foi aberto ao público externo, somente para os alunos da própria escola, totalizando 260 visitas aos experimentos. A proposta da feira partiu de Zandomênicó (Idem), aluno do mestrado profissional da UFES, e resultou do seu produto educacional. O planejamento contou com a colaboração dos alunos e, no conjunto, houve a formação de 14 grupos de alunos do segundo ano e 15 grupos de terceiro ano. Além do experimento foi solicitado a cada grupo que elaborasse um banner, sendo os critérios de avaliação devidamente informados aos alunos envolvidos, pois eles iriam, mais adiante, responder um questionário para atender a pesquisa do professor. Os autores consideram a assiduidade nas atividades propostas para analisar o envolvimento e a motivação. Os encontros acordados entre eles foram satisfatórios, pois 82% (125 estudantes de um total de 152) compareceram no primeiro encontro e somente 11% do experimento estavam prontos. No segundo encontro houve 91% de presença dos estudantes, entretanto 4% ainda não tinham concluído os experimentos e no terceiro encontro a presença dos estudantes foi de 94% e tinham combinado que todos deveriam apresentar seu banner e somente um grupo não conseguiu cumprir com a tarefa. Os dois professores avaliadores externos consideram satisfatórios os resultados obtidos, quanto à apresentação do experimento, os conceitos explorados e a desenvoltura diante dos visitantes e a qualidade do banner. Receberam o critério ‘bom’ em algumas questões, mas, o critério ‘regular’ foi na maioria das questões. Os autores pontuam as dificuldades enfrentadas pelos alunos na transposição didática, que requer para os próximos eventos melhor preparação. Os resultados mostram que a estratégia é motivadora para os alunos, levando ao crescimento pessoal dos envolvidos, ampliação de conhecimentos, poder de comunicação, hábitos e atitudes levando-os a serem mais críticos. O evento é de grande potencial quando é bem planejado, pois possibilita ao educando o protagonismo por meio da transposição didática tão importante em eventos científicos.

Os autores Vasconcelos e Bizerra (2015) trazem no artigo “Caracterização da atividade dominante em evento de divulgação científica” a contribuição da Universidade de São Paulo (USP) junto à comunidade por meio do evento nacional proposto pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que é a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT). A USP como promotora desse evento

tornou-lhe como atividade de extensão. Entretanto, os autores objetivaram identificar se o evento realizado anualmente pela universidade está organizado em sistemas de atividade e identificar qual atividade seja unificadora dos envolvidos na articulação de ciência e sociedade. Em sua 11ª edição, (2014), o evento nacional teve 107.981 atividades desenvolvidas por 923 instituições envolvidas de 905 cidades brasileiras. Somente o Estado de São Paulo desenvolveu 977 atividades por meio de 35 instituições de 25 cidades. Vasconcelos e Bizerra (Idem) exploram a Teoria da Atividade de Leontiev para caracterizar a ação dos envolvidos na SNCT. A estrutura da atividade humana se dá entre sujeitos, comunidade e objeto em transformação dentro de uma interação na divisão do trabalho, instrumentos e regras, que possa culminar em um objeto transformado. A metodologia é qualitativa e explora a perspectiva interpretativa na forma de estudo de caso. Os sujeitos se constituem em público, os expositores, organizadores e profissionais do MCTI. A coleta dos dados (2013) se deu por entrevista com perguntas semiestruturadas em 2014 e 2015. Para a compreensão da atividade dominante da feira de ciências da USP os autores exploram as ideias de Leontiev em uma figura triangular. Os instrumentos da atividade podem ser os objetos, vídeos e o discurso do expositor na interação com os visitantes. Os organizadores, expositores (professores), mediadores (graduandos) e os visitantes (da educação básica) são os sujeitos da atividade. As regras são importantes para o sucesso da divulgação científica. O evento tem o objetivo de expor informações para os visitantes e os expositores divididos em estandes expõem o trabalho para atingir os objetivos. Esta interlocução de construir o conhecimento com os visitantes é desafiadora, mas é um caminho possível proporcionado pelo evento. A fala de um dos entrevistados mostra este desafio:

“Então será que o meu estande promove alfabetização científica? Eu acho que ele promove um contato com produtos da ciência. Eu não saberia te dizer agora, afirmar que ele promove alfabetização científica. Porque eu não tenho um debate com os caras, eu explico para ele o que é. Agora se ele entende, absorve, compreende e se apropria dos conceitos que eu falo e aplica aquilo na tomada de decisão dele já não posso dizer, eu não sei, não tenho nenhum resultado.” (E3).

A comunidade dessa atividade que os autores retratam são os visitantes da Região Metropolitana de São Paulo, influenciados via publicidade e os membros da comunidade da USP. Na figura triangular a divisão do trabalho é bem definido: existem os organizadores envolvidos na logística do evento, os expositores com a missão de expor o discurso da atividade e diálogos com os monitores, os mediadores para interagir com o público e o público visitante que prestigiam a feira. Para encontrar o objeto em

transformação os autores analisaram os dados dos envolvidos, que foram os visitantes, organizadores, expositores e mediadores. A dialogia entre eles na busca da compreensão da ciência e de sua apropriação abre o leque para encontrar o objeto comum a todos, com negociações entre a academia e a comunidade visitante. Quando acontece esta aproximação o objetivo foi atingido, pois o objeto foi transformado. Comunidade sensibilizada contribui para justificar mais verbas para as pesquisas. O evento tem a sua importância, pois permite apresentar e discutir resultados das pesquisas científicas produzidas no Brasil. Vasconcelos e Bizerra (Ibidem) conseguiram identificar, na pesquisa realizada, a hierarquização na divisão do trabalho e a construção do modelo da atividade dominante do evento, que possibilita melhorar a qualidade da divulgação científica aproximando o promotor da ciência com a sociedade.

O estudo de Janjacom et al (2017) objetiva compreender como o público heterogêneo se apropriou da XVIII Mostra de Física e Astronomia da UFES. Os autores se ampararam nas ideias de Michel de Certeau (1994) ao pontuar como os visitantes interagem com o que foi proposto na mostra científica de 2016. O evento acontece atualmente durante a Semana Nacional de Ciências e Tecnologia (SNCT) com a organização de professores e alunos do departamento de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Os trabalhos são permeados por fenômenos da Física, Química e Biologia, o cardápio é acompanhado de sessões do Show de Física, Show de Química, Museu de Minerais e Rochas, atividades de educação em matemáticas e Palestras, onde os visitantes têm a liberdade de interação. A metodologia da pesquisa qualitativa do trabalho objetiva, além de apresentar pontos sobre a usabilidade que está sendo feita da mostra científica, busca também como os visitantes burlam as recomendações dos organizadores e mediadores com relação ao tempo para cada experimento e maior aproveitamento da grande diversidade das atividades. O estudo de campo, realizado com duração de dois dias, ocorreu por meio de observação direta acompanhada de diário para anotações dos dados da pesquisa. Os resultados foram satisfatórios, muitos grupos de alunos visitantes ficaram extasiados com o que viram, mas foram obtidos resultados com uma parcela de visitantes passivos que, após as apresentações dos mediadores, esperavam as respostas, caracterizando atitude tradicional do ensino de sua escola. Quando os grupos se adentravam nas salas para apreciar as apresentações, nem todos conseguiam visualizar, que levavam parte deste a conversarem sobre outros assuntos não relacionados ao evento. Esse fato ocorreu na sala de eletromagnetismo. Já numa outra sala de cosmologia, ao encerrar as

apresentações, o público continuava na sala com perguntas, situação ocorridas em outros ambientes da mostra. As atitudes dos visitantes que são bem heterogêneos apontaram pistas, os dados mostram que eles buscam por respostas. Os autores da pesquisa sugerem um trabalho de conscientização da dimensão do evento antes da sua realização. Há muito trabalho a ser feito na educação básica, principalmente na prática pedagógica dos professores, que levem o educando ao protagonismo e a serem mais sabedores das coisas e não a esperar sempre pelas respostas de outrem.

A tabela 1 sintetiza a revisão realizada em periódicos e congressos com temática Feiras de Ciências, contém a referência, objetivo, população, o que foi feito e resultados.

**Tabela 1:** Feira de Ciências com citação em periódicos e congressos

Nº	Referência	Objetivo	População alvo	O que foi feito	Resultados
1	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 12, n.3, p. 223-228, dez. Título: Algumas Questões Relativas a Feiras de Ciências: para que servem e como devem ser organizadas. Caderno Autor: ROSA, P.R.S. (1995).	Discutir o papel das feiras de ciências e as formas pelas quais elas podem ser melhor organizadas	Alunos da educação básica	O autor traz a luz da discussão considerações relevantes para os docentes que participam de feira ou mesmo vá realizá-la. Pontua elementos necessários como objetivos do evento, sua adequação ao currículo forma de organizá-la e avaliá-la.	O autor traz como resultado após as sugestões dadas que evento feira de ciências deve ser estimuladas nas escolas públicas e privadas da educação básica para uma interação na comunidade local. Pontua que o sucesso da feira é um ingrediente motivacional e significativo para discentes e docentes.
2	Revista Ciência em Extensão. v.8, n.2, p.155-166, 2012. Título: Feiras de Ciência: Um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. Autor: SANTOS, A. B.	Descrever os resultados obtidos com a realização da 1ª Mostra de Ciência e Tecnologia de Ituiutaba-MG, por meio de menção às potencialidade, dificuldades e conquistas alcançadas.	Discentes da universidade e alunos da educação básica das escolas de Ituiutaba-MG	Foi realizado o evento como espaço pedagógico de conhecimento e caminhos necessários à execução de seus projetos de pesquisa. Produziram um manual com orientações e recomendações para dar suporte aos envolvidos com a Feira. O	A 1ª Mostra foi um grande sucesso de público para ver os 18 trabalhos expostos no evento de Ituiutaba. Os 4 melhores trabalhos receberam auxílio para participação na 10ª FEBRACE (Feira Brasileira de Ciência e Engenharia).

				autor identificou que muitos projetos apresentados não agregou a análise e conclusão de dados gerados em pesquisa.	As metas traçadas foram atingidas, mas foi observado a pouca prática de professores da educação básica da cidade e região com projetos de iniciação científica. Desafio a ser superado.
3	Revista Destaques Acadêmicos, Edição Especial, 2013 - Feira de Ciências/Univates. Título: Feiras de Ciências: formando os cientistas do futuro – ensino fundamental. Autores: Andreia Aparecida Guimarães Strohschoen; Claudine Diana Puhl e Miriam I. Marchi	Caracterizar os trabalhos inscritos na segunda edição da Feira de Ciências, realizando a análise dos projetos de pesquisa.	Alunos do ensino fundamental de escolas do município de Lajeado/RS	O autor traz no artigo a caracterização dos projetos submetidos na feira de ciências de 2012 realizado pelos alunos do ensino fundamental por meio de análise documental. Na análise foi considerado a participação dos estudantes na tarefa de pesquisa e também as apresentações dos experimentos na culminância da feira de ciências.	Foram analisados 13 trabalhos do ensino fundamental e 6 projetos abordavam o tema sustentabilidade nos trabalhos. Nas arguições realizadas foi observado engajamentos dos alunos mostrando dessa forma que eventos científicos como feira de ciências pode ser a entrada no mundo da pesquisa científica.
4.	Congresso Ibero-americano de Ciência, Tecnologia, Innovación y Educación, 2014. Título: A Feira de Ciências como ferramenta educacional para formação de futuros pesquisadores. Autores: Machado, S.S.; Blanco, A.J.V.; Barros, V.F.A.; Cardoso, E.B.	Discutir o papel das feiras de ciências, suas potencialidades, dificuldades e apontamentos como ferramenta educacional na formação de futuros pesquisadores.	Alunos do ensino fundamental, médio e profissional das escolas públicas e privadas do município de Inhumas.	Os autores realizaram um estudo de caso, de cunho qualitativo, tendo como referência a IV Feira de Ciências realizada em novembro de 2013, no Campus Inhumas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG).	Os autores mostraram que a realização da feira de ciências apontou mudanças benéficas nos alunos e professores, que se evidenciaram durante e a partir dos processos de investigação provocados pelo evento. Houve pouca adesão das escolas do município de Inhumas. O estudo aponta a

necessidade nas escolas de tarefas para incentivar práticas investigativas.

5	<p>Cadernos CIMEAC - v. 6. n. 1, 2016.</p> <p>Título: AS Feiras de Ciências da UFG/RC: construindo conhecimento.</p> <p>Autores: Nunes, S. M. T. et al</p>	<p>Despertar e estimular o interesse de alunos de escolas das redes pública e privada pelas Ciências.</p>	<p>Alunos de Ensino Fundamental, Médio, Profissional / Tecnológico, Fundamental de escolas das redes pública e privada. E, estreitar as relações Universidade-Escola.</p>	<p>Realizar um evento que permita a apresentação dos trabalhos e pesquisas que ocorrem diariamente em sala de aula, incentivando alunos e professores a divulgar suas ações e socializar conhecimentos.</p>	<p>Participação efetiva da comunidade no evento da UFG/RC; professores estimulados a desenvolver atividades; alunos motivados apresentando um número significativo de projetos para a Feira de Ciências; alunos com desenvoltura para a execução e apresentação de trabalhos científicos e/ou culturais.</p>
---	--	---	---	---	--

**Fonte:** Própria dos autores

A revisão dos referenciais teóricos objetivou trazer os estudos feitos na área de Ensino de Ciências, do Ensino Médio e no ensino superior, sobre o uso do diagrama V em áreas distintas, bem como das feiras de ciências. Considerando que esta revisão abarcou alguns trabalhos, percebe-se que as pesquisas, utilizando o Diagrama V, ainda são tímidas para a educação básica, havendo, portanto, necessidade de ampliar esse estudo.

A seguir será apresentado o percurso metodológico que viabilizou a aplicação e a coleta de dados que sustentaram os resultados dessa pesquisa.

## Capítulo 4

### Hidroestática, Hidrodinâmica e Eletrodinâmica

#### 4.1 Hidroestática e Hidrodinâmica

A estática de fluidos estuda as propriedades dos líquidos e gases em equilíbrio. Primeiramente a abordagem está centrada em fluidos em repouso e, posteriormente, o estudo dos fluidos em escoamento, ou seja, em regime permanente.

##### 4.1.1 Pressão e massa específica

A massa específica é uma propriedade relevante no estudo de fluidos. É definida como a variação da massa de um corpo e relação ao seu volume

$$\rho = \frac{dm}{dv} \quad (4.1.1.1)$$

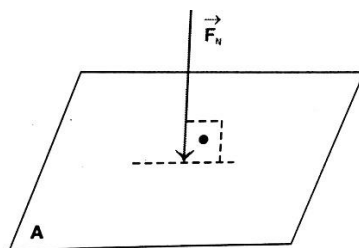
Cada substância tem seu valor, que é variável com a temperatura. Ao compararmos com outras substâncias, obtemos a densidade relativa, que é utilizada em análise de pressão, comparação de desníveis em líquidos e sistemas de flutuações. Por exemplo, quando a massa específica de uma substância for menor do que a da água, ela flutuará, mas, se for maior, a substância afundará na água. Faz parte da física adotar convenções ao estudar certo conteúdo, por exemplo, em fluidos é adotado como convenção, as condições normais de temperatura e pressão para a medida das propriedades físicas, sendo a pressão atmosférica ao nível do mar e a temperatura de 0 °C.

Mas, se um corpo estiver imerso em um fluido, além da pressão atmosférica, haverá também pressão em todas as dimensões do corpo, que poderá ser determinada com a expressão

$$P = \frac{dF}{dA} \quad (4.1.1.2)$$

Roditi (2005, p. 182) mostra que esta pressão é “exercida por um sistema de forças que comprimem o corpo de maneira equivalente em todas as direções”.

A expressão mostra que a pressão não depende somente da força, mas também da área (Figura 05), influenciada pela força.

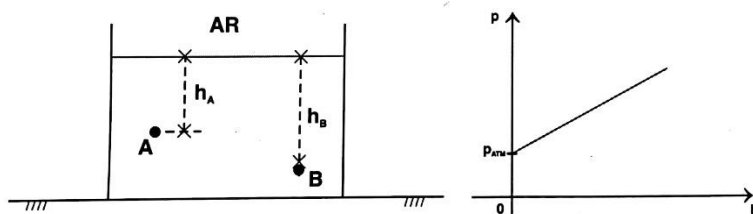


**Figura 05:** Força atuante em uma superfície (FRANÇA, 2006, p. 312)

Se a força aplicada for constante, a pressão será menor quanto maior for a área.

#### 4.1.2 Teorema de Stevin

Em um ambiente que contém água, como o oceano, é observável que, quando deixamos um corpo em sua superfície, percebemos que ele afunda. O que acontece com esse corpo a cada momento que aumenta a profundidade? A resposta é que a pressão aumenta sobre o corpo. O teorema fundamental da hidrostática explica essa variação de pressão, que pode ser observado na Figura 06.



**Figura 06:** Teorema de Stevin (FRANÇA, 2006, p. 313)

De acordo com Nussenzveig (1981, p.14) “a pressão no interior do fluido aumenta linearmente com a profundidade”.

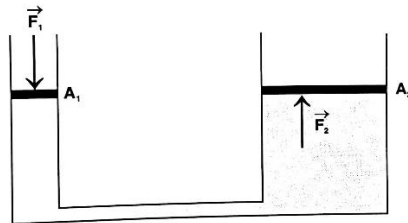
$$P_B = P_A + \rho \Delta h g \quad (4.1.2.1)$$

A equação de Stevin mostra que a diferença de pressão entre dois pontos qualquer de um fluido homogêneo, em equilíbrio, e sob a ação da gravidade, é dada pelo produto da densidade do fluido e desnível entre os pontos considerados. A pressão é considerada relevante em vários contextos, por exemplo, em viagens espaciais, os astronautas utilizam roupas especiais com pressurização para evitar que as moléculas do corpo sejam “empurradas” para fora, devido a pressão ser baixa no espaço sideral em comparação com a pressão do corpo humano.



### 4.1.3 Teorema de Pascal – prensa hidráulica

O teorema de Stevin mostra que a diferença de pressão entre os pontos A e B da Figura 07 de um fluido homogêneo em equilíbrio é constante. E se variarmos a pressão em um dos pontos? O que ocorrerá? Pascal (1663) explicou utilizando uma prensa hidráulica como ilustra a Figura 07



**Figura 07:** Ilustração da prensa hidráulica com os pistões (FRANÇA, 2006, p. 315)

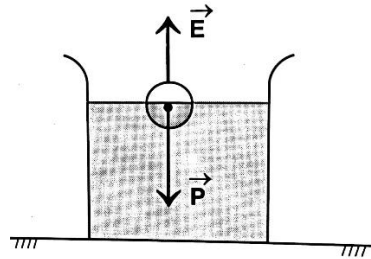
De acordo com o enunciado do teorema de Pascal, conformando Tipler (2006, p. 453) “uma alteração de pressão aplicada a um líquido confinado é transmitida, sem qualquer diminuição, a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente”. A partir da definição dada de pressão na equação (4.1.1.2),  $P = \frac{dF}{dA}$  obtém-se a equação de Pascal

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (4.1.1.3)$$

A prensa hidráulica é uma máquina multiplicadora de forças. Em função da força e da área dos êmbolos constroem outros tipos de máquinas com várias aplicações, por exemplo, os sistemas de freios dos veículos.

### 4.1.4 Teorema de Arquimedes – empuxo

Outro teorema de grande importância, e fundamental, no mundo moderno é o de Arquimedes, que possibilitou explicar/desenvolver a flutuabilidade dos sólidos, como navios, submarinos, hidroaviões e sondas de perfuração submarina. Um corpo quando submerso em um fluido, receberá deste uma força vertical para cima, como ilustra a Figura 08.



**Figura 08:** Corpo imerso no fluido (FRANÇA, 2006, p. 315)

Dessa forma a expressão matemática do empuxo de um corpo imerso no fluido é

$$E = \rho g V \quad (4.1.4.1)$$

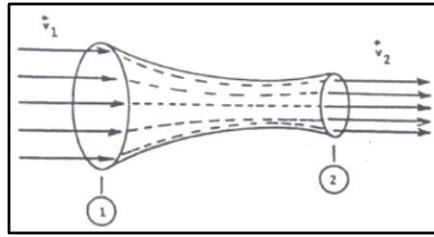
Diz o enunciado geral do teorema de Arquimedes, conforme Nussenzveig (1981, p. 21), “um corpo total ou parcialmente imerso num fluido recebe do fluido um empuxo igual e contrário ao peso da porção de fluido deslocada no centro de gravidade da mesma”. O empuxo só depende do volume deslocado. Assim, podemos observar que, se o empuxo for menor do que o peso, o corpo afunda, se houver igualdade, o corpo flutua, mas se o empuxo for maior do que o peso, o corpo sobe.

## 4.2 Hidrodinâmica

A hidrodinâmica é um conteúdo pouco explorado em sala de aula. Revela grande potencialidade na parte experimental, que facilita abordar suas particularidades. A abordagem feita na hidrostática considerou somente fluidos estacionários. Em nova abordagem serão vistos outros efeitos devido ao escoamento de fluidos.

### 4.2.1 Vazão, Equação da Continuidade

Considere um tubo como o da Figura 09, em que um fluido qualquer (líquido ou gás) se desloca no chamado regime estacionário, ou seja, permanente, definido assim por Nussenzveig (1981, p. 29) “quando o campo de velocidades do fluido não varia com o tempo”.



**Figura 09:** Tubo em regime de escoamento permanente (Nussenzveig, 1981)

A massa de fluido é constante ao longo do movimento estacionário, em acordo com a lei da conservação da massa. De acordo com Nussenzveig (1981, p. 34)

$$\Delta m_1 = \rho_1 A_1 v_1 \Delta t \quad (4.2.1.1)$$

$$\Delta m_2 = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t \quad (4.2.1.2)$$

Igualando as equações (4.2.1.1) e (4.2.1.2), o que dá

$$\rho_1 A_1 v_1 \Delta t = \rho_2 A_2 v_2 \Delta t \quad (4.2.1.3)$$

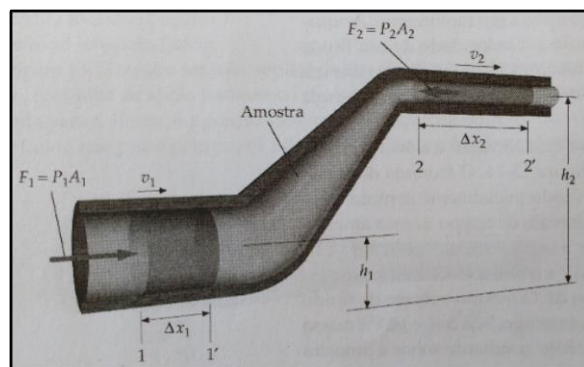
O produto  $\rho A v$  permanece constante ao longo do tubo de corrente. Considerando o fluido incompressível, temos que  $\rho_1 = \rho_2 = \rho$  que sintetiza na fórmula (equação da continuidade)

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (4.2.1.4)$$

O produto  $A v$  é chamado vazão, o volume de fluido que atravessa o tubo é constante. E a velocidade de escoamento é inversamente proporcional à área da secção transversal do tubo e, portanto, quando o tubo sofre um estrangulamento, a velocidade do líquido aumenta para que a vazão permaneça constante.

#### 4.2.2 Equação de Bernoulli, Tubo de Venturi e Efeito Magnus

Um fluido escoando por uma tubulação, como ilustra a Figura 006, tem áreas e elevação variável. Nas regiões em que a velocidade de um fluido é relativamente alta a pressão é relativamente baixa e vice-versa. Tipler (2006, p. 463) pontua que, “quando uma pequena amostra de um fluido escoar numa região estreita de um tubo, ela ganha velocidade, porque a pressão a montante que a empurra para a frente é maior do que a pressão a jusante que se opõe a seu movimento”.



**Figura 10:** Fluido escoando por uma tubulação (Tipler, 2006, p. 464)

Considerando o tubo da Figura 10 limitado pelas áreas  $A_1$  e  $A_2$ , respectivamente com as velocidades  $V_1$  e  $V_2$  e a altura  $h$ , considerando as demais grandezas podemos deduzir a equação de Bernoulli.

Aplicando o teorema do trabalho-energia em um fluido que passa pelo ponto 1 que segue até o ponto 2, preenchendo todo o espaço do tubo em um intervalo de tempo  $\Delta t$ . Seja  $\Delta m = \rho \Delta V$  a massa do fluido, que passa pela  $h_1$  com velocidade de escoamento  $V_1$ , segue para o ponto de  $h_2$ , com velocidade  $V_2$ . A variação da energia potencial  $\Delta U$  do volume de fluido dentro do tubo e a variação da energia cinética são respectivamente de acordo com Tipler (2006, pp. 464-465):

$$\Delta U = (\Delta m)gh_2 - (\Delta m)gh_1 = \rho \Delta V g(h_2 - h_1) \quad (4.2.2.1)$$

$$\Delta K = \frac{1}{2}(\Delta m)v_2^2 - \frac{1}{2}(\Delta m)v_1^2 = \frac{1}{2}\rho \Delta V (v_2^2 - v_1^2) \quad (4.2.2.2)$$

O fluido que entra no ponto 1, sob pressão é empurrado com uma força de valor dado pela equação (4.1.1.2),  $P = \frac{dF_1}{dA_1}$  realizando trabalho positivo:

$$W_1 = F_1 \cdot \Delta X_1 = P_1 \cdot A_1 \cdot \Delta X_1 = P_1 \cdot \Delta V \quad (4.2.2.3)$$

Por outro lado, no ponto 2 (fluido a jusante), também exerce uma força de valor dado pela equação (4.1.1.2),  $P = \frac{dF_2}{dA_2}$  que se opõe ao movimento do fluido, fazendo com que a força realize trabalho negativo:

$$W_2 = F_2 \cdot \Delta X_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot \Delta X_2 = P_2 \cdot \Delta V \quad (4.2.2.4)$$

Realizando a manipulação das equações (4.2.2.3) e (4.2.2.4), as forças realizam um trabalho total  $W$ :

$$W = P_1\Delta V - P_2\Delta V = (P_1 - P_2)\Delta V \quad (4.2.2.5)$$

Aplicando o teorema do trabalho energia obtemos:

$$W = \Delta U + \Delta K \quad (4.2.2.6)$$

Que por sua vez fazendo as devidas substituições

$$(P_1 - P_2)\Delta V = \rho\Delta V g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}\rho\Delta V(v_2^2 - v_1^2) \quad (4.2.2.7)$$

Em seguida dividindo ambos lados por  $\Delta V$

$$P_1 - P_2 = \rho g h_2 - \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2 \quad (4.2.2.8)$$

Aparelhando as grandezas

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (4.2.2.9)$$

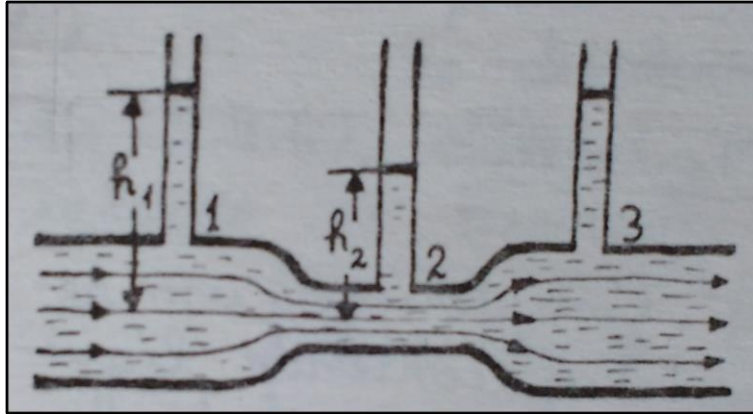
A equação (4.2.2.9) pode ser reescrita para obter a equação de Bernoulli

$$P + \rho g h + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{constante} \quad (4.2.2.10)$$

Enunciada, conforme Nussenzveig (1981, p. 41), “a soma das alturas geométricas, cinética e piezométrica permanece constante ao longo de cada linha de corrente no escoamento estacionário de um fluido incompressível no campo gravitacional”. As combinações das grandezas envolvidas possuem valores iguais durante o trajeto do fluido dentro da tubulação.

Agora veremos duas aplicações da equação de Bernoulli, primeiramente o fenômeno de Venturi e em seguida o efeito Magnus.

Nesta abordagem o fluido se encontra em regime permanente e incompressível, a Figura 11, ilustra um tubo variável onde se pretende determinar a velocidade, ou seja, a vazão de um fluido. As seções do tubo possuem áreas  $A_1$  e  $A_2$ , as pressões e velocidades são respectivamente  $P_1$ ,  $V_1$  e  $P_2$ ,  $V_2$ , as dimensões do tubo são pequenas para que as grandezas em questão sejam constantes.



**Figura 11:** Fenômeno de Venturi (Nussenzveig, 1981, p. 45)

De acordo Nussenzveig (1981, p. 45), a velocidade requerida é obtida a partir da equação de Bernoulli (4.2.2.10)

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho V^2 = C$$

Que dá

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (4.2.2.11)$$

Por meio da equação da continuidade (4.2.1.4),  $A_1 v_1 = A_2 v_2$

Manipulando os termos

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 \quad (4.2.2.12)$$

Sendo que  $V_2 > V_1$ , em consequência  $P_2 > P_1$ , pois, se a velocidade aumenta, a pressão diminui, “nos pontos de estrangulamento, onde a velocidade de escoamento é maior, a pressão é menor”.

Quando o fluido escoa pelo tubo, ilustrado na Figura 11, uma porção sobe até atingir as alturas  $h_1$  e  $h_2$ , por meio de manômetros é obtida a pressão no ponto 1 e 2 e em seguida determinada a diferença  $P_1 - P_2$ :

$$P_1 - P_2 = (\rho_0 + \rho gh_1) - (\rho_0 + \rho gh_2) \quad (4.2.2.13)$$

Colocando os termos em evidência, obtemos

$$P_1 - P_2 = \rho g(h_1 - h_2) = \rho gh \quad (4.2.2.14)$$

Para determinar  $v_1$ , retornemos as equações anteriores (4.2.2.11), (4.2.2.12) e (4.2.2.14):

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1$$

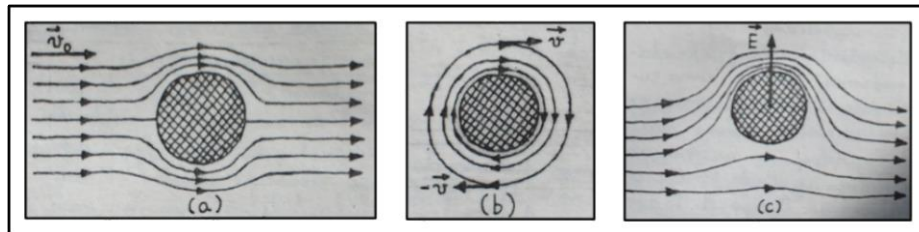
$$P_1 - P_2 = \rho gh$$

Após a manipulação necessária é determinada a velocidade em função das grandezas conhecidas

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{A_1^2 + A_2^2}} \quad (4.2.2.15)$$

As bombas aspirantes tem como base de explicação, o fenômeno de Venturi.

Outra consequência da equação de Bernoulli é o efeito Magnus. Um fluido ideal tem viscosidade nula. Porém, os fluidos reais têm viscosidade, e isso acarreta alguns efeitos interessantes. De acordo com Roditi (2005, p. 72), o efeito Magnus é uma “força exercida por um fluido sobre um corpo sólido que gira em torno de seu eixo. Quando um fluido corre transversalmente ao eixo de rotação do corpo, esta força é perpendicular ao eixo de rotação e à direção do fluxo”. No futebol, por exemplo, ao sair do pé do jogador a bola adquire uma trajetória curva, devido aos movimentos de rotação e translação fazendo com que o fluido ao redor tenha escoamento variável, idêntico à situação da Figura 12, que mostra um cilindro circundado por fluido turbulento.



**Figura 12:** Efeito Magnus (Nussenzveig, 1981, p. 53)

A Figura 12 ilustra a superposição desses dois movimentos, segundo Nussenzveig (1981), escoamentos irrotacionais e incompressíveis:

Em pontos acima do cilindro, as velocidades de (a) e (b) se somam em magnitude, ao passo que abaixo se subtraem. Isto da origem à distribuição assimétrica de linhas de corrente da fig. (c), cuja densidade é maior acima do que abaixo do cilindro, correspondendo a uma velocidade de escoamento que assume valores mais elevados na metade superior do cilindro do que na inferior. [...] assimetria ocorre coma pressão: a pressão abaixo é maior do que a pressão acima. A resultante das forças de pressão é, portanto, um empuxo vertical **E** dirigido para cima (fig. c) que se chama empuxo dinâmico. (NUSSENZVEIG,1981, p. 53).

Flettner (1920) propôs substituir a vela por cilindro vertical, imbuído no efeito Magnus, a propulsão de barcos seria por um empuxo dinâmico horizontal. Atualmente é feito uso no navio “E-ship 1”, ilustrado na Figura 13, com seus quatro rotores Flettner<sup>7</sup> movido sob a velocidade do vento.



**Figura 13:** Navio “E-ship 1” (Cobenge, 2012)

## 4.3 Eletrodinâmica

Eletrodinâmica, ramo da Física que investiga os fenômenos decorrentes das cargas elétricas em movimento, das correntes elétricas e das interações entre estas, ou seja, das forças originadas pelos campos elétrico e magnético e de suas interações (RODITI, 2005, p.75). A seguir, abordagem de parte da eletrodinâmica.

### 4.3.1 *Corrente elétrica, resistência elétrica, efeito Joule e força eletromotriz*

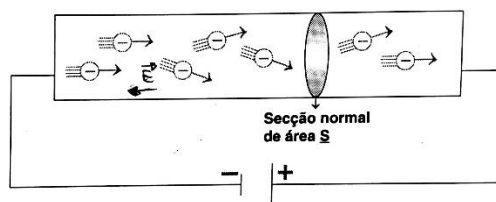
Os materiais condutores têm uma propriedade importante em nível atômico, são as nuvens de elétrons compartilhados pelos átomos na forma de ligação metálica. Se colocarmos um condutor imerso em um campo elétrico constante  $E$ , a nuvem de

---

<sup>7</sup> Cf. <http://www.enercon.de/dede/produktuebersicht.htm>. (Acesso em: 17 -12- 2018)



elétrons sentirá a ação da força elétrica  $F$ , passando a se movimentar na direção do campo estabelecido (Figura 14).



**Figura 14:** Sentido convencional da corrente (FRANÇA, 2006, p. 698)

O movimento leva a ideia de corrente elétrica de elétrons, que ilustra o funcionamento dos aparelhos eletrodomésticos. A corrente elétrica pode ser quantificada e definida ao ligar fios condutores em um capacitor carregado previamente, como o potencial de cada placa do capacitor são diferentes, uma positiva e a outra negativa aparece a movimentação de cargas elétricas que entendemos como corrente elétrica. Nussenzveig (1997, p. 99), concebe matematicamente como a “intensidade  $i$  de corrente através de uma dada secção do fio condutor é definida como a quantidade de carga que atravessa esta secção por unidade de tempo”.

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (4.3.1.1)$$

A unidade de corrente no Sistema Internacional de Medidas é o Coulomb/segundo, que denominamos de Ampère, com a simbologia “A”. Portanto, a corrente elétrica de 1 A que passa pelo condutor a cada segundo por uma carga de 1 C corresponde a um valor aproximado de  $6,2 \times 10^{18}$  elétrons.

A corrente elétrica em um condutor é resultado da força elétrica atuante nas cargas, se ela estiver distribuída de forma uniforme, podemos definir o vetor ( $\vec{j}$ ) densidade de corrente por unidade de área ( $\vec{S}$ ), cujo módulo é  $j = \frac{i}{S}$ , manipulando, achamos  $i = \int \vec{j} \cdot d\vec{S}$  que compreende a densidade de corrente que atravessa a superfície dividida por sua área. Portanto, a densidade de corrente em função da área é determinada por  $i = |\vec{j}|S$ , e o sentido convencional da corrente é o do vetor  $\vec{j}$ .

As colisões que ocorrem devido à movimentação das cargas elétricas no condutor provocam aquecimento, acarretando a conversão de parte da energia elétrica em energia térmica. Essa consequência é denominada de efeito Joule, que possui pontos positivos, caso deseje o aquecimento da água em um chuveiro elétrico ou mesmo no ferro elétrico para passar roupa. Os materiais apresentam distintos valores de resistências elétricas quando submetidos às mesmas condições, ou seja, cada material tem a sua resistividade

elétrica. Podemos definir a resistividade elétrica do material condutor medindo a densidade da corrente  $\vec{J}$  em função do campo elétrico

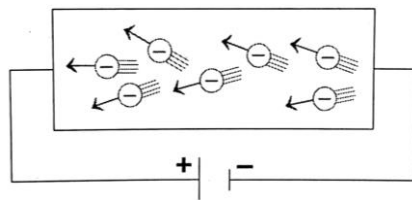
$$\rho = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{J}|} \quad (4.3.1.2)$$

Que é chamada lei de Ohm em função do  $\vec{E}$  e  $\vec{J}$ . A classe de materiais que obedecem a lei são ditos ôhmicos. Os materiais que possuem baixa resistividade, são materiais bons condutores, diferentemente dos materiais isolantes que tem alta resistividade elétrica. A resistência elétrica é dependente da geometria e do material de que é constituído o condutor. A resistência elétrica do condutor é definida pela razão entre a diferença de potencial aplicada entre seus terminais e a corrente que nele circula devido à aplicação de uma diferença de potencial

$$R = \frac{dV}{di} \quad (1^a \text{ lei de Ohm}) \quad (4.3.1.3)$$

Para um condutor ôhmico  $R$  independe da razão  $V/i$ , pois é intrínseco ao material do condutor, ou seja, a resistência não depende da corrente ou da diferença de potencial, mas sim dos seus valores em cada ponto desejado. A dependência é somente da geometria e do material que constitui o condutor. Quando há dependência, por exemplo, do potencial aplicado, o condutor é dito não-ôhmico.

Vamos considerar o fio cilíndrico ôhmico da Figura 15, de comprimento  $l$ , com área  $a$  e resistividade  $\rho$ , para determinar a resistência elétrica deste fio aplica-se uma diferença de potencial  $\Delta V$  entre os terminais e posteriormente meça a corrente  $i$  que passa no fio condutor.



**Figura 15:** Fio cilíndrico de um material condutor (FRANÇA, 2006, p. 697)

De acordo com Redinz (1997, p. 68) podemos relacionar a resistência (equação, 4.3.1.3) com a geometria do condutor cilíndrico aplicando uma diferença de potencial em função do campo elétrico uniforme no fio

$$\Delta V = -(V(l) - V(0)) = -(\int_{x=0}^{x=l} \vec{E} \cdot d\vec{s}) = \int_0^l E ds = E \int_0^l ds = El \quad (4.3.1.4)$$

Consideramos a diferença de potencial e a corrente como grandezas positivas para determinar a resistência  $R$ , por ser genuinamente positiva. Para a determinação da

resistência elétrica em função da resistividade do material do condutor e do formato geométrico, comprimento e a área, partindo da equação (4.3.1.3), obtemos

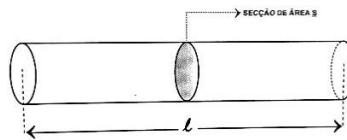
$$Ri = \Delta V = El = j\rho l = \frac{i}{S}\rho l \quad (4.3.1.5)$$

Entretanto a resistência obtida nessas condições (equação, 4.3.1.5) é dada por

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (2^{\text{a}} \text{ lei de Ohm}) \quad (4.3.1.6)$$

Onde,  $\rho$  é a resistividade do material. A relação mostra a proporcionalidade entre a resistência e comprimento (variação do campo elétrico) do condutor, por outro lado, a resistência é inversamente proporcional à área (variação do número de elétrons livres disponíveis para a corrente elétrica) desse condutor (Figura 16).

Figura 2: Condutor de comprimento  $l$  e área  $S$



**Figura 16:** Condutor de comprimento  $l$  e área  $S$  (FRANÇA, 2006, p. 701)

Para amenizar as perdas nos processos de transmissão de energia elétrica devido às grandes distâncias das fontes geradoras eleva-se a voltagem e diminui a corrente. O resistor em um circuito elétrico tem a função de dificultar a passagem da corrente elétrica, elemento que se encontra em chuveiro elétrico para converter energia elétrica em energia térmica, objetivando assim, aquecer a água.

Experimentalmente para uma classe de materiais a resistividade  $\rho$  varia linearmente com a temperatura.

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (4.3.1.7)$$

Considerando que  $\rho$  é a constante de resistividade à temperatura  $T$  e  $\rho_0$ , por sua vez, a resistividade à temperatura  $T_0$ . A constante  $\alpha$  é o coeficiente de temperatura da resistividade. A resistividade nos dá uma ideia da dificuldade de movimentação dos elétrons livres na direção do campo elétrico.

Nos aparelhos elétricos resistivos como o chuveiro e ferro elétrico, o aquecimento está associado à potência dissipada e a corrente circulante nesses aparelhos. Entretanto, podemos substituir, por exemplo, o capacitor por uma bateria, objetivando transportar a carga elétrica  $dq$  por meio de uma diferença de potencial  $V$  entre os eletrodos, necessita gasto de energia, dado por  $(dq)V$ , Nussenzveig (1997, p. 119), mostra que essa energia é

$$dW = (idt) V \quad (4.3.1.8)$$

Correspondente à potência

$$\frac{dW}{dt} = P = iV \quad (4.3.1.9)$$

A corrente num determinado comprimento  $dl$  do condutor de área  $S$  e potencial  $dV$  calcula-se  $dP$ :

$$dP = i \frac{dV}{dl} dl = idl E = j S dl \cdot E = \vec{j} \cdot \vec{E} dv \quad (4.3.1.10)$$

Onde  $\vec{j}$  é paralelo ao  $\vec{E}$ , o volume do condutor é  $dv = S dl$  e a densidade de potência calculada é:

$$\frac{dP}{dv} = \vec{j} \cdot \vec{E} \quad (4.3.1.11)$$

Considerando o condutor como ôhmico e  $\vec{j} = \sigma \vec{E}$  (equação da condução do calor), obtemos

$$\frac{dP}{dv} = \sigma \vec{E}^2 = \vec{j}^2 / \sigma \quad (4.3.1.12)$$

Mas, qual o destino desta potência? Nussenzveig (1997, p. 120), diz que há atritos (colisões com os íons do metal), e, portanto, dissipação sob a forma de calor, como em um ferro elétrico. O autor pontua que, em termos da resistência  $R$  do condutor, a expressão pode ser expressa como:

$$P = i^2 R = \frac{V^2}{R} \quad (4.3.1.11)$$

Esta relação mostra que a potência dissipada pelo condutor é proporcional ao quadrado da diferença de potencial entre os seus extremos. Sintetiza o efeito Joule, ou seja, a conversão de energia elétrica em térmica. Em nível atômico Nussenzveig (1997, p. 120) diz que “o calor corresponde à energia de vibração da rede, resultante da interação elétron-fônon. O “atrito” transfere energia da corrente para os fônons. Para Machado (2002), o efeito Joule

é uma importante verificação experimental do princípio fundamental de conservação da energia. Assim, a energia mecânica perdida pelos elétrons é transformada em energia térmica que flui para os íons, moléculas que constitui o material, de forma que nenhuma energia é perdida ou produzida no processo (MACHADO, 2002, p. 78)

Existem outras maneiras de converter energia elétrica em outros tipos de energia, por outros processos. De acordo com Redinz (1997, p. 69), “um dispositivo que gera energia elétrica tem capacidade de manter uma diferença de potencial entre seus terminais enquanto fornece corrente elétrica para um circuito externo a ele considerado”. É o caso de pilhas, baterias e dos geradores, por exemplo, as usinas

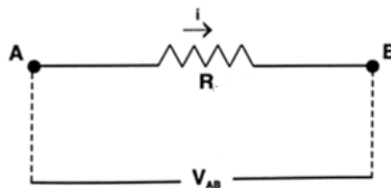
hidrelétricas, que são fontes de força eletromotriz (fem), ou seja, fonte de diferença de potencial, simbolizada pela letra grega  $\mathcal{E}$ . A cada carga que atravessa um gerador, há outro valor de outra fonte que se transforma em energia elétrica. Matematicamente é expressa como

$$\mathcal{E} = \frac{dE}{dq} \quad (4.3.1.12)$$

A força eletromotriz designada como a quantidade de energia potencial elétrica por unidade de carga que um gerador é capaz de produzir. Para aumentar a energia das cargas elétricas, a fem realiza trabalho sobre as mesmas.

#### 4.3.2 Circuitos de resistores e associação de resistores e baterias

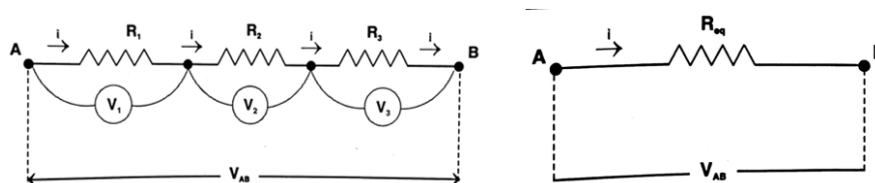
O nosso cotidiano é repleto de aparelhos que consomem energia para executar alguma tarefa. Mas, de onde vem essa energia? Vem de várias fontes, tais como, solar, eólica, hidráulica, nuclear entre outras. Esses aparelhos conectados formam um circuito com os geradores. A Figura 17 ilustra um circuito fechado com um resistor conectado à bateria, que fornece a diferença de potencial, assim os elétrons saem do pólo negativo (cátodo), menor potencial, passa pelo resistor e chega ao pólo positivo (ânodo), maior potencial.



**Figura 17:** Circuito simples ligado a resistor e bateria (FRANÇA, 2006, 700)

A bateria tem a função de vencer a força elétrica atuante nos elétrons e a energia fornecida por ela deve ser igual à energia transformada em calor no resistor (conservação da energia).

A Figura 18 apresenta um circuito com mais de um resistor conectado a uma bateria. A corrente que passa nos resistores é a mesma, pois estão ligados em série. Cada resistor está submetido a uma diferença de potencial.



**Figura 18:** Circuito composto por resistores conectados à bateria (FRANÇA, 2006, 721)

A bateria fornece energia com uma potência  $P = Ui$ , o resistor  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , por sua vez, dissipa (equação, 4.3.1.11) calor com a potência  $P = Ri^2$ . Assim, a dissipação de calor pelo circuito é determinada por,

$$P = (R_1 + R_2 + R_3)i^2 \quad (4.3.2.1)$$

Pela conservação da energia, essa potência deve ser igual a fornecida pela bateria

$$Ui = (R_1 + R_2 + R_3)i^2 \quad (4.3.2.2)$$

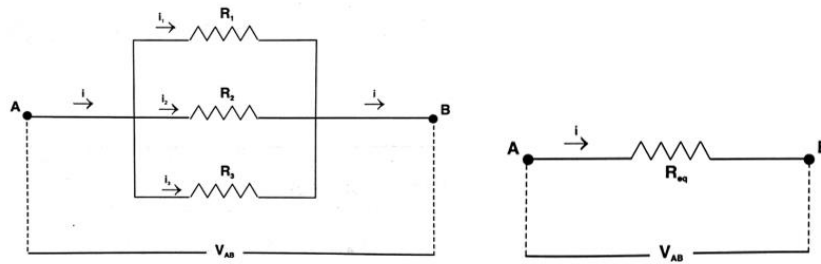
Portanto, isolando  $i$  na equação (4.3.2.2), obtemos

$$i = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (4.3.2.3)$$

Se o circuito contiver  $n$  resistores conectados a uma bateria, a expressão da corrente será

$$i = \frac{U}{\sum_{j=1}^n R_j} \quad (4.3.2.4)$$

Qual seria a corrente se os resistores estivessem em paralelo como na Figura 19?



**Figura 19:** Circuito composto por resistores conectados a bateria (FRANÇA, 2006, 722)

A corrente elétrica  $i$  da bateria se divide em novas correntes,  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$  que atravessa os resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , que estão sob a mesma diferença de potencial. Podemos concluir que a corrente total é determinada pela expressão

$$i = i_1 + i_2 \quad (4.3.2.5)$$

Onde,

$$i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad (4.3.2.6)$$

Efetuando,

$$i = U\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right) \quad (4.3.2.7)$$

Se o circuito contiver  $n$  resistores em paralelo e conectados a uma bateria, a corrente é determinada como

$$i = U \sum_{j=1}^n \frac{1}{R_j} \quad (4.3.2.8)$$

As expressões obtidas para cálculo da corrente no circuito em série e em paralelo possibilitam o entendimento de circuito equivalente. Uma associação de  $n$  resistores em série pode ser substituída por apenas um resistor sem a alteração da corrente

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (4.3.2.8)$$

O resultado produz  $R_{eq}$ , maior que os resistores individuais da associação e objetiva distribuir tensões e aumentar a resistência no circuito.

De forma análoga, a resistência equivalente em paralela pode ser determinada pela expressão

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (4.3.2.8)$$

Produz uma resistência equivalente  $R_{eq}$  menor que os resistores individuais da associação, com propósito de reduzir a resistência do circuito e distribuir correntes. Nas residências a ligação é feita em paralelo e como exemplo, a lâmpada de maior potência nominal brilha mais. Em uma associação em série de lâmpada, brilha mais a lâmpada de menor potência nominal.

## **Capítulo 5**

### **Metodologia**

O presente capítulo apresenta os procedimentos metodológicos realizados com o objetivo de coletar, buscar evidências e subsídios para responder à questão da investigação na Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, localizada no Município de Piúma – Estado do Espírito Santo, Brasil. O Diagrama V é apresentado como um produto educacional que pode ser utilizado em forma de “Oficina Pedagógica” para a orientação do uso em projeto como Feira de Ciências.

A pesquisa se sustentará no Paradigma Interpretativo, pois o objeto do problema é conhecer uma situação e compreendê-la através da visão do sujeito, sendo que os dados necessários para a investigação surgirão através de questionário e análise dos diagramas coletados. Embasado em Erikson (1986, p.127), o objeto da investigação social interpretativa é a ação e não o comportamento, demonstrado pela estreita relação entre o Diagrama V e o experimento de Física, conforme metodologia utilizada pelos alunos.

A investigação é do tipo descritiva caracterizando frequentemente como um estudo que procura determinar status, opiniões ou projeções futuras nas respostas obtidas. A sua valorização está baseada na premissa de que os problemas podem ser resolvidos e as práticas podem ser melhoradas através da descrição. Para maior aprofundamento apresentamos o contexto, sujeitos, instrumentos adotados, referenciais e procedimentos para atingir os objetivos propostos lançados no estudo.

#### **5.1 Problema da pesquisa**

A nossa problemática no evento científico proporcionado pela escola anualmente é o baixo domínio científico por parte dos alunos, seja na escrita do projeto ou na explicitação experimental para a comunidade. A escola como espaço de aprendizagem pode proporcionar caminhos para esses desafios. Nesse sentido o Currículo Básico Comum - CBC (2009, p. 47) mostra que “a pesquisa motiva o aluno a protagonizar, expressar-se com autonomia, questionar, por meio de argumentações e defesa de hipótese, interpretar e analisar dados, construir e conhecer novos conceitos”.



O problema central nos levou aos seguintes questionamentos: Como trabalhar o método científico com os estudantes? Qual melhor maneira de deixá-los em condições de explicar ao público o seu experimento? Que instrumento pode auxiliar esse percurso para a solução do problema? De acordo com Gil (1991, p.42) “o objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”. Portanto a integração do Diagrama V emerge como proposta alternativa a uma problemática existente no evento científico promovido pela instituição de ensino.

### *5.1.1 Objetivo Geral*

Para responder estes questionamentos e atingir os objetivos estabelecidos, foram propostas as “Oficinas Pedagógicas” com o objetivo de abordar o método científico através do Diagrama V como elemento instrucional na Feira de Ciências com alunos do Ensino Médio. Assim, nos remetemos ao objetivo geral:

- Utilizar o Diagrama de Gowin como elemento instrucional para a Feira de Ciências.

### *5.1.2 Objetivos específicos*

Para responder o objetivo geral são elencados os objetivos específicos:

- Promover a compreensão do método científico através do Diagrama V;
- Apresentar o Diagrama V como instrumento de percepção e análise da Física;
- Capacitar os alunos do Ensino Médio para a estruturação e mediação de seus experimentos para a Feira de Ciências.

Para alcançar os objetivos e responder ao problema, delineou-se este estudo no enfoque “quali-quantitativo”, portanto misto, do tipo descritivo. A técnica adotada baseou-se inicialmente em análises documentais com o intuito de identificar o aporte teórico sobre o Diagrama V, e também sobre Feira de Ciências. Em seguida, foi realizada uma análise dos diagramas produzidos pelos alunos, os quais foram encaminhados ao pesquisador dentro do tempo pré-estabelecido. Com base nessa proposta, foram levantadas as informações necessárias que passaram por uma análise minuciosa. E, fechando essa etapa foi aplicado um questionário estruturado, com 15 (quinze) perguntas fechadas, a um total de 13 (treze) grupos formados em 2018, com 92 (noventa e dois) alunos envolvidos. Inicialmente eram 110 alunos, mas durante as

atividades houve transferência de alunos de turno, e, também de escola. Os resultados dos diagramas e dos questionários, tabulados estatisticamente, demonstrados em gráficos, embasaram as discussões e forneceram informações num nível científico.

## **5.2 Universo, população e amostra**

Para o estudo foi escolhida uma unidade escolar localizada no município de Piúma, região sul pertencente à rede estadual. A opção pela região sul capixaba se fez pela carência local em pesquisa. Já, a seleção da unidade escolar se deu pelo fato de que, a instituição atende um grande número alunos da comunidade, matriculados em turmas regulares, e com diferentes poderes aquisitivos.

A escola possui um quadro com cerca de 47 (quarenta e sete) professores divididos em três áreas de conhecimento: linguagens; humanas e exatas, onde trabalham com um universo de 1044 (mil e quarenta e quatro) alunos da Educação Básica. Para uma população de 482 estudantes do Ensino Médio, os instrumentos de pesquisa foram aplicados para uma amostra de 136 alunos durante o estudo realizado.

### ***5.2.1. Participantes da pesquisa***

Esta pesquisa foi direcionada para a unidade escolar (Anexo A) e inicialmente foram localizadas as turmas do Ensino Médio para seleção dos sujeitos e realização formal dos convites explicativos sobre o trabalho desenvolvido em cumprimento à exigência do curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF vinculado ao Mestrado em Ensino de Física do PPGEnsFis da UFES - ES. Os sujeitos, alunos, que fizeram parte da população alvo composta de 482 (quatrocentos e oitenta e dois) estudantes de 14 (quatorze) turmas do Ensino Médio, dos quais 136 (centro e trinta e seis) de 06 (seis) turmas foram para amostra, sendo 3 turmas de primeiros anos, 2 turmas de segundos anos e 1 turma do terceiro ano do Ensino Médio regular. Os três projetos desenvolvidos em 2017 contemplaram uma turma de segundo ano com envolvimento de 26 alunos. Em 2018 foram envolvidos 110 alunos distribuídos em 13 grupos.

Em geral, sabe-se que a população, segundo Sampieri et al (2006, p.236), é “[...] o subgrupo da população, a partir da qual são recolhidos os dados, que deve ser representativo dessa população” (tradução nossa), formando assim, um “[...] conjunto de todos os casos consistentes com determinadas especificações” (tradução nossa). É necessário que numa pesquisa científica realmente se reflita o mais exato possível a

realidade da população. Tal investigação objetiva realizar uma descrição apurada. Procedeu-se, portanto, a amostragem dirigida à totalidade dos agentes pesquisados.

### *5.2.2 Lugar e época da investigação*

A Pesquisa foi desenvolvida nos anos de 2017 e 2018 na Escola Estadual Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba (Figura 20), localizada no município de Piúma/ES.



**Figura 20:** Panorâmica da escola EEEFM Professora Filomena Quitiba

Hoje o município de Piúma/ES conhecido como “Cidade das Conchas” possui 18.123 habitantes. A comunidade local é formada por trabalhadores que vivem do comércio, da pesca, do artesanato, da construção civil e do turismo local. A EEEFM Prof.<sup>a</sup> Filomena Quitiba está localizada em Piúma, litoral sul do Espírito Santo, a 90 km da capital Vitória e situada à rua Mimoso do Sul, nº 884, no centro da cidade. Há mais de 50 anos a escola atende alunos da comunidade local e de regiões vizinhas. A escola tem, em seu quadro de funcionários: 47 professores, 1 diretor, 3 pedagogas, 4 coordenadoras, 3 bibliotecárias, 3 merendeiras, 10 serventes e 4 secretárias. Possui 14 salas de aula com 34 classes sendo 11 do Ensino fundamental, 15 de Ensino Médio e 8 para a modalidade EJA, perfazendo um total de 1200 alunos. As turmas em geral são boas em disciplina, permitindo desenvolver um bom trabalho em espaços formais e não-formais. Compõe ainda a estrutura da escola uma biblioteca, laboratório de informática (desativado), um laboratório de ciências, auditório/Salão e refeitório. A escola apresenta uma demanda de reforma e ampliação, uma vez que o prédio antigo possui corredores

Para melhor compreensão da localização do contexto investigado, aportamos um mapa geopolítico do Estado do Espírito Santo<sup>8</sup> (Figura 21) com destaque para o município de Piúma, onde se delimita a pesquisa.



<sup>8</sup> Cf. [https://www.google.com.br/search?biw=1280&bih=615&tbm=isch&sa=1&ei=sQs0W57JOcb9wATX-I2wAQ&q=mapa+geopol%C3%ADtico+de+Pi%C3%BAMA+ES&oq=mapa+geopol%C3%ADtico+de+Pi%C3%BAMA+ES&gs\\_l=img\\_3...6811.8677.0.10159.5.5.0.0.0.0.0...0...1c.1.64.img..5.0.0...0.nTghg6VaHI4](https://www.google.com.br/search?biw=1280&bih=615&tbm=isch&sa=1&ei=sQs0W57JOcb9wATX-I2wAQ&q=mapa+geopol%C3%ADtico+de+Pi%C3%BAMA+ES&oq=mapa+geopol%C3%ADtico+de+Pi%C3%BAMA+ES&gs_l=img_3...6811.8677.0.10159.5.5.0.0.0.0.0...0...1c.1.64.img..5.0.0...0.nTghg6VaHI4) (acesso em 27-06-2018)

Em 2018 a escola completou 35 anos de realização da Feira de Ciências, que busca engajar alunos e professores nessa prática. Ao longo desses anos com a busca pela qualidade, os projetos elaborados pelos alunos foram organizados e estruturados. Inicialmente o evento científico recebeu a denominação de Feira de Biologia, atribuído pela professora de Biologia e de Ciências, Carcilia de Matos Rezende, com formação em odontologia. A professora, vinda de Minas Gerais para exercer sua profissão em Piúma, foi convidada a lecionar, uma vez que havia escassez de professores no município, assim trouxe a cultura de experimentação para a escola que, até então, adotava um ensino pautado nos moldes tradicionais. Mais tarde com o envolvimento das demais disciplinas, o evento passou a ser denominado Feira de Ciências. Por ser considerado relevante para o educando da instituição de ensino, embora tenha passado por várias adversidades no transcorrer dos anos, o projeto foi mantido pelos professores que passaram pela escola, imprimindo nele, cada um, a sua contribuição. O envolvimento dos alunos nos projetos trouxeram ótimos resultados: em 2009 e em 2010 conquistaram os primeiros lugares no concurso “Jovem Cientista Capixaba - JOCICA”, em 2011 e em 2013 também conquistaram os primeiros lugares na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - ES, o que os levou à representar o estado na “Feira Internacional Ciência Jovem”, realizada em Pernambuco/PE. Num outro evento estadual, Feira de Ciência e Engenharia (FECIENG), os alunos também obtiveram sucesso. Esses resultados foram fruto do empenho do quadro docente da escola e de seus alunos, entretanto, temos desafios a serem superados dentro do evento como, maior domínio da escrita científica e explicitação do trabalho para a comunidade. Buscando amenizar essas deficiências implementamos a “Computação em Nuvem” em 2013 e na busca de deixar-los em melhores condições para compreender e explicar o seu trabalho experimental foi proposta a adoção, na feira da escola e de forma experimental, a cultura do Diagrama V, que representa a mimetização do método científico.

O produto educacional ‘Oficinas Pedagógicas para Feira de Ciências: Diagrama V como Proposição Metodológica’ (Apêndice B)) foi trabalhado com os alunos para a melhor compreensão da inserção da heurística de Gowin. As oficinas foram realizadas com objetivo de clarificar métodos e conceitos essenciais na construção do conhecimento. O Diagrama V foi utilizado inicialmente em duas atividades de sala de aula, ‘seminário de hidrostática/hidrodinâmica’ e ‘estudando para o Enem de forma

invertida' levando assim, os alunos a se familiarizarem com o novo instrumento. De acordo com Viventin e Santos:

[...] uma vez que pode ser utilizado pelo aluno, recomenda-se que, em um primeiro momento o professor auxilie o preenchimento do diagrama, juntamente com os alunos. Ao estarem familiarizados com o diagrama V, os alunos podem ter autonomia durante o seu preenchimento, cabendo ao professor apenas supervisionar a atividade para que as ideias possam ser melhoradas. (VIVENTIN E SANTOS, 2008)

Após realizadas as atividades descritas, foi iniciado o uso do diagrama V nos trabalhos produzidos pelos alunos a serem apresentados na Feira de Ciências.

### **5.3 O desenho da Investigação**

A Pesquisa, em suas duas etapas, configurou-se desenho “*não-experimental*”, tipo “*descritivo*” e enfoque “*qualitativo*”, que “usa coleta de dados sem medida numérica para descobrir ou aperfeiçoar questões de investigação no processo de interpretação” (SAMPIERI et al, 2006, p. 08).

A investigação não-experimental segundo Sampieri et al (2006, p. 205), é baseada na observação dos fenômenos à medida que ocorrem em seu contexto natural e depois analisá-los.

#### **5.3.1. As etapas da pesquisa**

As etapas da pesquisa tiveram início em 2017 e se estendeu até o ano de 2018. Inicialmente mostrou-se oportuna a pesquisa em ambiente escolar sobre o uso do Diagrama V. Os dados foram registrados em caderno de campo e posteriormente transcritos e discutidos em capítulo próprio.

Aplicamos a análise crítica dos documentos obtidos, tais como: artigos científicos da heurística de Gowin, artigos científicos sobre Feira de Ciências, Currículo Básico Comum - CBC e os Diagramas Vs produzidos pelos grupos de alunos. Importante observar que a análise sobre o teor dos documentos consultados só foi possível, após um aprofundamento teórico a respeito de quais são os objetivos do ensino e aprendizagem para o uso do Diagrama V.

A imersão dos alunos ao diagrama se deu por meio de oficinas. A oficina, na concepção de Anastasiou e Alves (2004, p. 95), “se caracteriza como uma estratégia do fazer pedagógico, onde o espaço de construção e reconstrução do conhecimento são as principais ênfases. É lugar de pensar, descobrir, reinventar, criar e recriar, favorecido pela forma horizontal na qual a relação humana se dá”. O instrumento heurístico

elaborado por Gowin, trabalhado com os alunos em formato de oficina, aponta um caminho de inculcação. Moreira e Levandowski (1983) afirmam que “à medida que as experiências se sucedem, os alunos vão adquirindo familiaridade com a linguagem do — ”Vê” e sua habilidade em usá-lo vai aumentando progressivamente”. O Diagrama V é uma alternativa para substituição ao relatório convencional, e, segundo o mesmo autor (1998), “uma forma de se obter informações sobre o que o foi aprendido pelos alunos”. Portanto, a pesquisa, que teve início em 2017, contou com três experimentos produzidos pelos alunos e mediados pelo Diagrama V, os quais foram apresentados na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) no IFES Campus Piúma. Em 2018 são 13 atividades experimentais desenvolvidas em grupos, pelos estudantes, e, que se encontram em estágio adiantado de construção juntamente com os Diagrama V. Os dados dos experimentos estão sendo registrados em caderno de campo e posteriormente serão transcritos e discutidos em capítulo próprio. Os projetos que fazem uso do Diagrama V são apresentados no Quadro 8. Deveriam ser somente 16 trabalhos, mas o pesquisador assumiu mais uma turma de primeiro ano na reta final da pesquisa devido ao fechamento da turma do segundo ano vespertino. Portanto, agora são 18 trabalhos que fizeram uso do Diagrama V.

**Quadro 08:** Temas dos 18 trabalhos estruturados a partir do Diagrama de V

Série	Trabalhos mediados pelo Diagrama V
1º ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades</li> <li>• Stand Up ecológico</li> <li>• O Teorema de Arquimedes – empuxo</li> <li>• O Teorema Bernoulli e tubo de Venturi</li> <li>• Pressão, pressão atmosférica e densidade</li> <li>• Vassoura Mecânica para uso nas comunidades</li> <li>• Prensa hidráulica: multiplicadora de força de Pascal</li> <li>• Carro movido a energia gerada através de placas solares</li> </ul>
2º ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias</li> <li>• Medidor de velocidade de chute (2017)</li> <li>• Um estudo sobre energia e suas transformações</li> <li>• Foguete espacial de garrafa pet (2017)</li> <li>• Efeito da Luz na germinação de sementes na horta comunitária</li> <li>• Como sabemos que a Terra é um esferoide achatado?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relação do Logaritmo com a Física (2017)</li> </ul>
3º ano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira Lei de Ohm em operação</li> <li>• A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica</li> <li>• Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental</li> </ul>

Para exploração de 4 dos temas apresentados no Quadro 2 foi utilizado como referência a obra *‘Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências: caderno de experimentos de física, química e biologia – reflexões sobre o ensino de ciências’*:

- Efeito da luz na germinação de sementes: uma proposta interdisciplinar (p.102).
- Primeira Lei de Ohm em operação (p.126).
- Um estudo sobre energia e suas transformações (p. 129).
- Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental (p. 142).

O experimento “Primeira Lei de Ohm em operação (p.126)” foi enriquecido com o simulador interativo<sup>9</sup>. Os demais temas foram retirados de outras obras que continham atividades práticas de física.

Em 2018 buscou-se o aprofundamento epistemológico a partir do conhecimento do Diagrama V com as tentativas de integração deste instrumento heurístico na prática pedagógica na instituição de ensino por meio das oficinas pedagógicas. A pesquisa de campo busca selecionar o Diagrama V como instrumento de coleta de dados e avaliação dos experimentos dos alunos.

Em outra etapa da pesquisa “quali-quantitativa”, realizada junto aos alunos do Ensino Médio, foi aplicado o questionário a fim de buscar respostas às perguntas levantadas em nossa problemática inicial. Nessa etapa foram elaboradas perguntas, as quais seguiram alguns critérios, tal como, respeitar as características e dificuldades epistemológicas que advém de pré-conceitos do tema da pesquisa. Portanto, para Sampieri et al (2006, p.310), "(...) o questionário, talvez seja, o instrumento de pesquisa mais utilizado para coletar os dados, representando um conjunto de perguntas para uma ou mais variáveis a serem medidas". Entretanto, para coletar as informações necessárias para a pesquisa, foi utilizado o questionário constituído com questões fechadas, uma vez que, "as perguntas fechadas são aquelas que contêm opções de resposta previamente definidas" (Ibidem).

<sup>9</sup> Cf. [www.curriculointerativo.sedu.es.gov.br/odas/eletricidade-lei-de-ohm](http://www.curriculointerativo.sedu.es.gov.br/odas/eletricidade-lei-de-ohm). Acesso em 13-02-2018



### 5.3.2. *Tipo metodológico*

O alcance dos dados de nossa investigação, tanto nas análises documentais quanto nas demais etapas, foram possíveis através do aporte *descritivo*. A abordagem conceitual sobre o uso do Diagrama V na educação e as práticas pedagógicas no âmbito escolar demonstrados em gráficos nos exigiu apenas a descrição.

Assim podemos ver que o desenho da pesquisa se mostrou do tipo “*não-experimental*”, que segundo Sampieri et al (2006, p. 205) se define como “estudos realizados sem a manipulação deliberada de variáveis e fenômenos só são observados em seu ambiente natural e, em seguida, analisados”.

Portanto, em primeiro momento, buscou-se o aprofundamento epistemológico a partir do conhecimento do Diagrama V com as tentativas de integração deste instrumento heurístico na prática pedagógica na instituição de ensino. Em segundo momento, a pesquisa de campo, buscou-se selecionar o Diagrama V como instrumento de coleta de dados e avaliação dos experimentos dos alunos.

### 5.3.3 *Técnica e instrumentos da coleta de dados*

Sobre a coleta de dados Sampieri et al (2013, p. 38) mostra que:

O objetivo da coleta de dados é proporcionar um entendimento maior sobre os significados e as experiências das pessoas. O pesquisador é o instrumento de coleta de dados, que se apoia em diversas técnicas desenvolvidas durante o estudo. Ou seja, a coleta de dados não é iniciada com instrumentos preestabelecidos, mas é o pesquisador que começa a aprender por meio da observação e das descrições dos participantes e pensa em formas para registrar os dados que vão sendo aprimorados conforme a pesquisa avança.

Para coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos de pesquisa: Diagrama V (Anexo C) produzidos pelos alunos dos grupos formados para a Feira de Ciência e questionário com perguntas para os participantes do Ensino Médio, também descrito nesta pesquisa (Apêndice A e Anexo B).

Para a aplicação dos questionários junto aos alunos foi utilizada uma amostra de 92 (noventa e dois) alunos onde foram avaliados, primeiramente, dois requisitos essenciais que devem reunir um instrumento de medição: confiabilidade e validade. A confiabilidade segundo Sampieri et al (2006, pp. 277-278) “é o grau em que um instrumento produz resultados consistentes e coerentes. (...) Validade é a medida que um instrumento realmente mede a variável que procura medir”.

Optamos por um questionário (ALVES, 2016) e pelo Diagrama V (PRADO, 2017) que já tinham sido adotados em outros estudos já validados, portanto, não foi

necessário submeter os instrumentos para obter a confiabilidade. Sampieri et al (2006, p. 284) mostra que “a validade e a confiabilidade, não é assumida, mas provada”.

O questionário adotado nesta pesquisa foi eficiente, de acordo com o problema relacionado ao referencial teórico utilizado nesta investigação.

Para a técnica de coleta de dados, distribuímos questionário, para uma totalidade de 13 (treze) grupos de alunos do Ensino Médio. As perguntas foram sobre o enfoque problematizador no intuito de atender aos objetivos da investigação.

Para melhor entendimento os questionários receberam a tabulação estatística, demonstrada em gráfico, bem como, as análises de cada resultado obtido na pesquisa.

## **5.4 Procedimentos adotado**

Para coletar os dados utilizamos primeiramente um contato prévio com os colaboradores da pesquisa em questão (estudantes). No momento da abordagem expomos a motivação e a tematização da pesquisa e nossa identificação, enquanto pesquisador do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFES-ES. Mostramos a cada colaborador, a relevância que a pesquisa representa para a comunidade escolar da Rede Estadual do Município de Piúma – Estado do Espírito Santo. Junto aos colaboradores foram efetuados contatos, até obter os 100% da população da amostra da pesquisa.

A abordagem buscou, através da análise documental do questionário, relacionar a integração do Diagrama V na escola de Ensino Médio da EEEFM Professora Filomena Quitiba com a Feira de Ciências junto aos alunos das turmas do Ensino Médio da escola pública Estadual de Piúma – Estado do Espírito Santo.

Em meio à problemática apontada, são muitos os questionamentos. Nossa busca por respostas ao problema apontado não pretende esgotar o que se evidencia. Abordamos questões que foram surgindo, à medida em que fomos a campo. A escola está aberta ao diálogo, em especial quando o assunto é experimentos para a Feira de Ciências, conectado ao Diagrama V como proposição metodológica.

### **5.4.1 Processamento dos dados obtidos**

Para analisar e discutir os dados “*quali-quantitativo*” ou mistos, Sampieri et al (2006, p.34) nos dizem que: “As idéias constituem a primeira abordagem para a realidade objetiva que deve investigar-se (perspectiva quantitativa); ou a realidade subjetiva (do ponto de vista qualitativo)”. Para tanto estipulamos padrões descritivos

que segundo Sampieri são úteis para mostrar com precisão os fenômenos. A abordagem *quali-quantitativo* ajuda a caracterizar o contexto e melhor visualização na análise dos dados coletados, que segundo Bardin (2009, p.40) “a intenção da análise de conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos à condição de produção (ou eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)”. Foi realizado o processo de tabulação dos dados para posterior análise, assim pretendemos compreender os estudantes no contexto da Feira de Ciências com uso moderado da estatística para descrever informações.

#### 5.4.2 Descrição do estudo

O trabalho realizado com os alunos para a imersão do Diagrama V, foi articulado por meio de Oficinas Pedagógicas para promover integração de saberes nos projetos da Feira de Ciências. Foram realizadas duas oficinas, a primeira oficina sobre o método científico realizada com exposição oral em um tempo de aula de 55 minutos com a utilização de *Datashow*. O Quadro 09 apresenta os tópicos dessa atividade preparatória. O método científico na concepção de Gil (1999, p.8) é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para atingir o conhecimento.

**Quadro 09:** Programação da Oficina do Método Científico

Temáticas	Diagrama V
Teoria Científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poder explicativo</li> <li>• Precisa dizer porque algo acontece, e não apenas o que acontece...</li> <li>• Resultado precisa ser validado...</li> </ul>
Método Científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que é Ciência? O que chamamos de conhecimento científico?</li> <li>• Visão idealizada: Problema → Hipótese → Experimento → Refutação/Não refutação → Problema</li> </ul>
Método Científico em cinco partes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação: Entender seu objeto de estudo.</li> <li>• Hipótese: Formular uma hipótese a partir da análise dos dados.</li> <li>• Previsões: Hipótese para prever os resultados de novas observações.</li> <li>• Experimento: Desenvolver experimentos para testar suas previsões.</li> <li>• Teoria: Construir uma teoria que explica fenômenos.</li> </ul>
Método científico na prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipóteses precisam ser refutáveis</li> <li>• Os experimentos precisam ser reprodutíveis</li> <li>• Os resultados precisam ser comunicados</li> <li>• Os métodos e resultados precisam ser criticados</li> </ul>
Tipo de Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nem toda pesquisa é feita da mesma forma, os métodos são diversos.</li> </ul>
O método da Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulação do problema</li> <li>• Observação e experimentação</li> <li>• Interpretação e formulação de hipóteses</li> <li>• Teste da interpretação</li> </ul>

A proposta foi a de abordar o procedimento científico na forma tradicional como apresentada nos livros didáticos explicitando o passo-a-passo da construção do conhecimento científico em articulação com as atividades da Feira de Ciências. Ao mesmo tempo que preparava a abordagem do Diagrama V da segunda oficina.

A segunda oficina, também, realizada em um tempo de aula de 55 minutos (Figura 22).



**Figura 22:** O pesquisador em momentos das oficinas Pedagógicas do Diagrama V

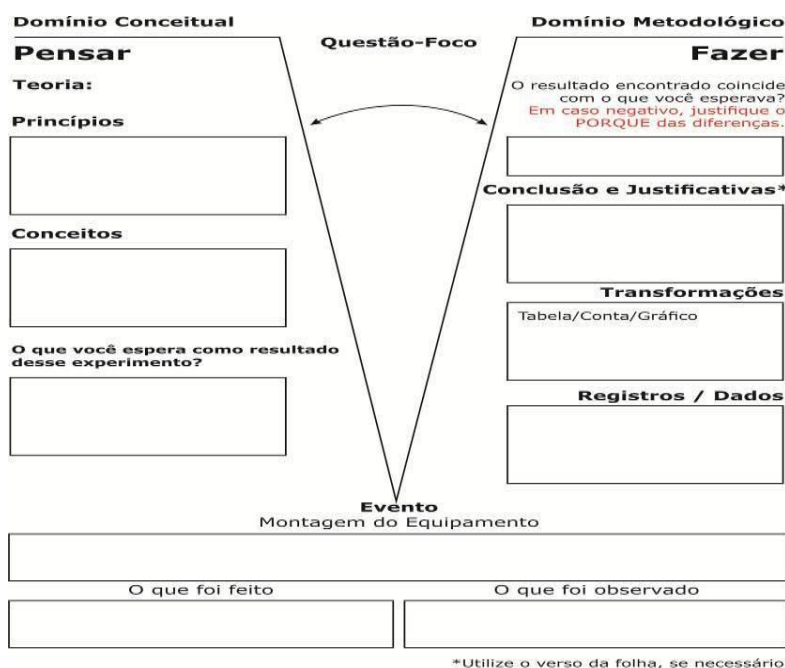
A proposta foi promover a melhor compreensão do Diagrama V, abordando seus elementos e clarificando métodos e conceitos essenciais no processo de construção de conhecimento, como ilustra o Quadro 10.

**Quadro 10:** Programação da Oficina Diagrama V

Temáticas	Diagrama V
David Bob Gowin	Criador do Diagrama. Os alunos saíam das aulas experimentais sem entender o que haviam feito, o porquê do protocolo experimental ...
Partes do Diagrama V	- Instrumento metacognitivo - Foi dividido em 4 partes: Eventos, Questão(ões) - foco, Domínio Conceitual e Domínio Metodológico
Vértice: Eventos	Acontecimentos ou fenômenos de estudo (experimento)
Centro: Questão-Foco	Pergunta da pesquisa relacionada ao evento.
Questão(ões)-Foco	É a pergunta que informa sobre o ponto central da pesquisa. Problema (Porque?). Determina o objetivo geral e específico do trabalho a ser estudado, ela direciona o estudo, o que será pesquisado (Para que?)
Evento	Representa a origem da produção do conhecimento para responder a Questão-Foco. Metodologia (Como?)
Lado esquerdo: Domínio Conceitual - <i>Pensar</i>	Filosofias, Teorias, Princípios e os Conceitos que permite elaborar a Questão-foco para dá sentido à experimentação
Filosofia	São as visões de mundo ... objetivo geral e específicos (Para que?)
Teoria	Conjunto ordenado de princípios e conceitos para a produção do conhecimento. - Hipóteses (talvez porque) - Fundamentação teórica (quem garante?)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologia (como?)</li> <li>- Referências (quem garante?)</li> </ul>
Princípios	Relação entre conceitos que guiam e orientam a pesquisa. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentação teórica (quem garante?)</li> <li>- Referências (quem garante?)</li> </ul>
Conceitos	Regularidades percebidas em Eventos. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentação teórica (quem garante?)</li> <li>- Referências (quem garante?)</li> </ul>
Lado direito: Domínio Metodológico - <b>Fazer</b>	Registro de Eventos, Fatos, Transformação, Resultados, Interpretação, Asserções de Conhecimento (juízos cognitivos) e Asserções de Valor acerca da pesquisa
Registros/Dados/Fatos	Observações efetuadas sobre os Eventos e catalogados e posteriormente atribuímos como fatos. Metodologia (como?) Resultados
Transformações	Análise dos registros: tabelas, gráficos, mapas, estatística, correlações registros. Metodologia (como?)
Asserções de Conhecimento	Conclusões a partir das análises dos dados que respondem à questão (ões) - foco e leva ao resultado do estudo
Asserções de valor	Significância e utilidade acerca do valor da pesquisa baseados nas asserções de conhecimento. Conclusões
Próxima etapa da escrituração do Diagrama V	Agendamento dos <i>feedbacks</i> aos grupos da Feira de Ciência embasado no formato construtivista
Arthur Schopenhauer, sobre os cientistas que foram ridicularizados por suas propostas e descobertas Galileu Galilei, Giordano Bruno	"Toda verdade passa por três estágios: No primeiro, ela é ridicularizada; no segundo, é rejeitada com violência e, no terceiro, é aceita como evidente por si própria"
Perspectiva	O Diagrama V é o futuro da Educação!

Para o desenvolvimento das atividades da Feira de Ciências da Escola Professora Filomena Quitiba, foi utilizado o Diagrama V da Figura 23 que foi uma adaptação desenvolvida por Prado (2015) onde os estudantes são solicitados a preencher os quadros de cada elemento.



**Figura 23:** Diagrama V utilizado na Feira de Ciências (adaptação de Prado, 2015).

Foi feita uma adaptação dos elementos do Diagrama V original – Domínio Conceitual, Evento e no Domínio Metodológico - para facilitar o entendimento dos educandos. O Evento foi modificado para três caixas descrito como “Montagem”; “O que foi feito” e “O que foi encontrado”. Dentro do diagrama V ainda acrescentou: “O que você espera como resultado desse experimento?” e “O resultado encontrado coincide com o que você esperava? ”. Houve a articulação dos termos “Conclusões e Justificativas” com os itens “Resultados, interpretação e Asserções de Conhecimento”. Com estas mudanças no Diagrama V optamos por adotá-lo na investigação em curso, por ser mais didático para o educando do Ensino Médio nas atividades experimentais.

As atividades experimentais fizeram abordagens sobre Fluidos e Eletrodinâmica, os alunos tiveram primeiramente aulas teóricas permeadas de exercícios do conteúdo destes tópicos da Física. Cada grupo de um total de dez recebeu do pesquisador uma folha com o Diagrama V, mostrado na Figura 23, para desenvolver as atividades propostas. O Quadro 11 mostra o tempo dedicado para o desenvolvimento do trabalho.

**Quadro 11:** planejamento da proposta de trabalho

<b>1ª Aula</b>	Objetivo	1ª Oficina: apresentar o Método Científico
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula Expositiva com <i>Datashow</i>
	Descrição	Aula explicando o que é e como trabalhar com o Método Científico
<b>2ª Aula</b>	Objetivo	2ª Oficina: Apresentar o Diagrama V
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula expositiva com <i>Datashow</i>
	Descrição	Aula explicando o que é e como trabalhar com o Diagrama V
<b>3ª Aula</b>	Objetivo	Entrega da proposta do experimento para cada grupo formado
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula explicativa sistematizada
	Descrição	Os grupos com seus experimentos iniciaram o preenchimento do Diagrama V. A continuidade desta atividade se deu durante um mês no contra turno e nos horários de planejamento do pesquisador.

Em paralelo as tarefas direcionadas para a Feira de Ciências foram solicitadas duas atividades para os alunos para infundir a cultura do Diagrama V na escola. A primeira direcionada para a preparação para o Enem “Estudando para o Enem de Forma Invertida”, com envolvimento de 15 turmas do Ensino Médio (1º, 2º e 3º ano) e a segunda com “Seminários temáticos” para 5 turmas do 2º ano. As duas atividades foram utilizadas o Diagrama V para que os alunos ganhassem maior familiaridade com a heurística de Gowin.

Passado um mês os grupos apresentaram seus trabalhos em aula com os experimentos acompanhados dos Diagramas Vs. Os *feedbacks* não foram suficientes para o bom preenchimento dos diagramas. Alguns grupos trouxeram os diagramas incompletos e outros com preenchimento superficial. O Quadro 12 traz a relação dos trabalhos socializados na sala de aula para tirar dúvidas do experimento do Diagrama V com o pesquisador e com os colegas de turma.

**Quadro 12:** Apreciação das atividades experimentais com Diagrama V

<b>1ª Aula</b>	Objetivo	Discussão com os alunos dos projetos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades</li> <li>• Stand Up ecológico</li> <li>• O Teorema Bernoulli e tubo de Venturi</li> <li>• Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades</li> </ul>
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula experimental.
	Descrição	Os alunos montaram o experimento e apresentaram o diagrama. Explicação do teorema de Bernoulli. Exposição sobre Asserções de Conhecimento e Asserções de valor.
<b>2ª Aula</b>	Objetivo	Orientação com os alunos dos projetos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressão, pressão atmosférica e densidade</li> <li>• Prensa hidráulica: multiplicadora de força de Pascal</li> <li>• Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias</li> </ul>
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula experimental
	Descrição	Os grupos foram orientados sobre a montagem dos vasos comunicantes e prensa hidráulica. Preenchimento do Lado Metodológico do Diagrama V.
<b>3ª Aula</b>	Objetivo	Realizar o experimento com o circuito montado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira Lei de Ohm em operação</li> <li>• A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica</li> <li>• Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental</li> </ul>

<b>4ª Aula</b>	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula experimental.
	Descrição	O grupo conclui a montagem do circuito. Outro fez a simulação da 1ª lei de Ohm mediante Objeto Digital de Aprendizagem (ODA), chamou atenção dos demais alunos devido o experimento ser virtual.
	Objetivo	Finalizar o preenchimento do Diagrama V
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula dialogada
	Descrição	Os grupos com os experimentos concluídos, finalizaram o preenchimento do Diagrama V. Foi dado orientações de como explorar na oralidade a apresentação do trabalho na Feira de Ciências.

Dos 18 trabalhos que utilizaram o Diagrama V, optamos por apresentar os resultados e discussões, somente de 10 trabalhos, que consta no Quadro 12. A decisão em trabalhar com dez projetos veio da necessidade de delimitar a pesquisa e com abordagem somente de fluidos e de eletrodinâmica. O formato dos dados é de texto produzido no Diagrama V e documentos (questionários) contendo as respostas das perguntas feitas aos educandos. O agrupamento desses dados passa a ser posteriormente analisado para descrever significados do estudo. O pesquisador apresenta os resultados em formato variado como fragmento da produção dos alunos, fotografias dos experimentos, Diagrama V e gráficos. Os Diagramas Vs produzidos passaram por avaliação de seus elementos, seguindo os critérios contidos no Quadro 01 (p. 17). Para o processamento dos dados obtidos as perguntas foram agrupadas tanto nos diagramas (Quadro 02) quanto nos questionários (Anexo B) seguido de uma análise e discussão, de acordo com as categorias abaixo:

- i) Participantes do Ensino Médio: respostas contempladas com avaliação do desempenho dos grupos de alunos com os elementos constitutivos do Diagrama V.
- ii) Questionário para obter informações na escola Professora Filomena Quitiba, através dos alunos do Ensino Médio, a respeito do uso do Diagrama V em Feira de Ciências.

Foi descrito neste capítulo a metodologia adotada na dissertação, quais foram os sujeitos da pesquisa, o instrumento de coleta de dados e os experimentos realizados para a evento científico da escola. O próximo capítulo será apresentado a análise dos resultados referente aos dez projetos mediados pelo instrumento heurístico com análise com critérios de Novak e Gowin (1984), Alvarez e Gowin (2005) citado por Prado (2015).



## Capítulo 6

### Apresentação e discussão dos resultados

No presente capítulo são analisados os Diagramas Vs preenchidos pelos grupos de alunos das atividades experimentais realizadas para a Feira de Ciências da escola. Para quantificar os Diagramas Vs foram adotados os critérios de Gowin e Alvarez (2005) citado por Prado (2015). Consta, também, de uma análise conceitual dos pontos abordados pelos grupos em seus Diagramas Vs. Ao término das discussões das atividades experimentais são apresentados o questionário de opinião sobre a heurística de Gowin e um recorte de outro questionário aplicado anualmente durante a culminância da Feira de Ciências.

#### 6.1 Critérios de avaliação dos Diagramas Vs

Adoção do Diagrama V, adaptado por Prado (2015), ilustrado na Figura 22 (p. 83), nas atividades experimentais junto aos grupos de alunos da Feira de Ciências, foi necessário adotar os critérios de Gowin e Alvarez (2005), para avaliar os diagramas. Na sequência temos as tabelas com seus respectivos valores, assim, possibilita avaliar cada elemento constitutivo da heurística de Gowin.

**Tabela 2:** Critério de Avaliação para a *Questão - Foco*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Questão-foco</i> é identificada
1	Uma <i>Questão-foco</i> é identificada, mas não inclui o <i>Evento</i> OU o lado Conceitual do V.
2	Uma <i>Questão-foco</i> é identificada, inclui conceitos, mas não sugere o <i>Evento</i> OU o <i>Evento</i> errado é identificado.
3	Uma <i>Questão-foco</i> clara é identificada, inclui conceitos para serem usados e diretamente relacionados com o <i>Evento</i> .

**Tabela 3:** Critério de Avaliação para a *Teoria*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Teoria</i> é identificada.
1	Uma <i>Teoria</i> é identificada, mas não relaciona o Domínio Conceitual do V ou com a <i>Questão-foco</i> e o <i>Evento</i> .

2	Uma <i>Teoria</i> relevante é identificada e relaciona o Domínio Conceitual do V com a <i>Questão-foco</i> e o <i>Evento</i> .
---	--

**Tabela 4:** Critério de Avaliação para os *Princípios*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Princípio ou Lei são identificados.
1	Princípios são identificados e são relevantes com a Teoria.

**Tabela 5:** Critério de Avaliação para os *Conceitos*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum <i>Conceito</i> é identificado
1	<i>Conceitos</i> são identificados, mas não estão relacionados com a <i>Questão-foco</i> e/ou os <i>Eventos</i> .
2	<i>Conceitos</i> são identificados e estão relacionados com a <i>Questão-foco</i> e/ou os <i>Eventos</i> .

**Tabela 6:** Critério de Avaliação para *O que você espera como Resultado deste Experimento?*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma expectativa é identificada.
1	Expectativas são identificadas, mas não estão relacionadas com a <i>Questão-foco</i> e/ou ao <i>Evento</i> .
2	Expectativas são identificadas e estão relacionadas com a <i>Questão-foco</i> e/ou ao <i>Evento</i> .

**Tabela 7:** Critério de Avaliação para o *Evento*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum <i>Evento</i> é identificado.
1	O <i>Evento</i> é identificado, mas é inconsistente com a <i>Questão-foco</i> .
2	O <i>Evento</i> é identificado e é consistente com a <i>Questão-foco</i>

**Tabela 8:** Critério de Avaliação para os *Registro/Dados*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Registro é identificado.
1	Registros são identificados, mas são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> ou com o <i>Evento</i> .
2	Registros são identificados para o <i>Evento</i> e são consistentes com a <i>Questão-foco</i> .

**Tabela 9:** Critério de Avaliação para as *Transformações*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Transformação</i> é identificada.
1	<i>Transformações</i> são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> e com os Dados coletados a partir dos <i>Registros</i> .
2	<i>Transformações</i> são consistentes com a <i>Questão-foco</i> e os dados coletados a partir dos <i>Registros</i> .

**Tabela 10:** Critério de Avaliação para as *Conclusões & Justificativas*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Conclusão</i> é identificada.
1	<i>Conclusões</i> são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> .
2	<i>Conclusões</i> são derivadas dos <i>Registros e Transformações</i> .
3	As <i>Conclusões</i> são consistentes com os dados coletados nos <i>Registros</i> e representados nas <i>Transformações</i> .
4	As <i>Conclusões</i> contêm os componentes de 3 e conduz/sugere para uma nova <i>Questão-foco</i>

**Tabela 11:** Critério de Avaliação para *O Resultado encontrado coincide com o que você esperava?*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum resultado é identificado.
1	Resultado é identificado, mas NÃO está relacionado com a <i>Questão –foco e/ou o Evento</i> .
2	Resultado é identificado e está relacionado com a <i>Questão –foco e/ou o Evento</i> .

## 6.2 Atividades experimentais

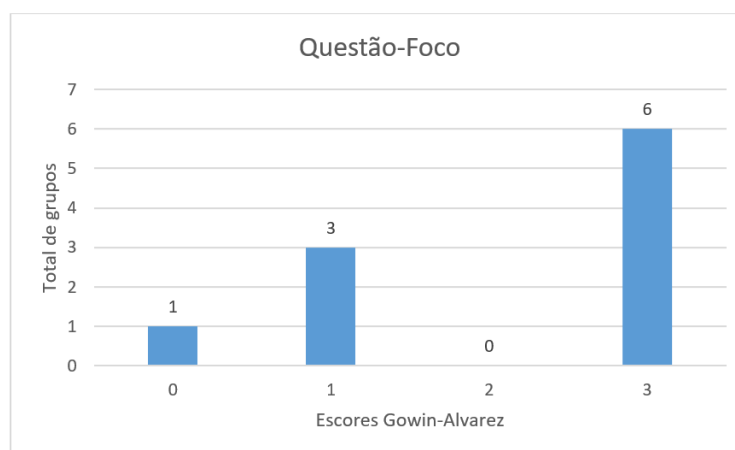
As 18 atividades experimentais foram realizadas por um total de 136 alunos. No entanto, após um recorte optamos em analisar somente 10 trabalhos à luz do Diagrama V. As análises das atividades (Quadro 13) se darão de duas maneiras, uma baseada nos critérios de Gowin e Alvarez (2005) citado por Prado (2015) e outra nos Diagramas Vs com abordagem pontual nas respostas dos grupos de alunos.

**Quadro 13:** Temas dos 10 trabalhos estruturados para avaliação

Grupos	Trabalhos mediados pelo Diagrama V
1	- Pressão, pressão atmosférica e densidade
2	- Prensa hidráulica: multiplicadora de força de Pascal
3	- Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias
4	- O Teorema de Arquimedes – empuxo
5	- Stand Up ecológico
6	- O Teorema Bernoulli e tubo de Venturi
7	- Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades
8	- Primeira Lei de Ohm em operação
9	- Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental
10	- A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica

### 6.2.1 Análise segundo os critérios de Gowin e Alvarez

Os dados consistem em 10 Diagramas V que foram colhidos no decorrer da atividade proposta para a Feira de Ciências no ano de 2018. Para a análise dos dados foi utilizado o histograma. Foi desenvolvida análise exploratória, com critérios da escala de avaliação de Gowin e Alvarez (2005) e Prado (2015), que varia conforme o nível de elaboração dos aspectos do Diagrama V. Os grupos cumpriram os prazos dados para o desenvolvimento das atividades e entrega do instrumento heurístico. No Gráfico 09 são apresentados os resultados para o item *Questão-Foco*.



**Gráfico 09:** *Questão - Foco* dos diagramas

Num primeiro momento a(s) *Questão(ões)-Foco* foram elaboradas pelos grupos de alunos. Após *feedbacks* dados pelo orientador, alguns grupos fizeram alteração de acordo com o objetivo da tarefa experimental. O Gráfico 09 mostra que dos 10 grupos, somente um não conseguiu elaborar a *Questão-Foco*, três grupos conseguiram elaborá-

la, mas não inclui o *Evento* OU o lado *Conceitual* do V. Os outros seis grupos apresentaram a *Questão-Foco*, incluindo conceitos para serem usados e diretamente relacionados com o *Evento*. Em geral, uma parcela dos grupos estranhara a persistência da necessidade primordial da *Questão-Foco* nos trabalhos científicos. Mas, perceberam sua importância e relevância dentro do Diagrama V.

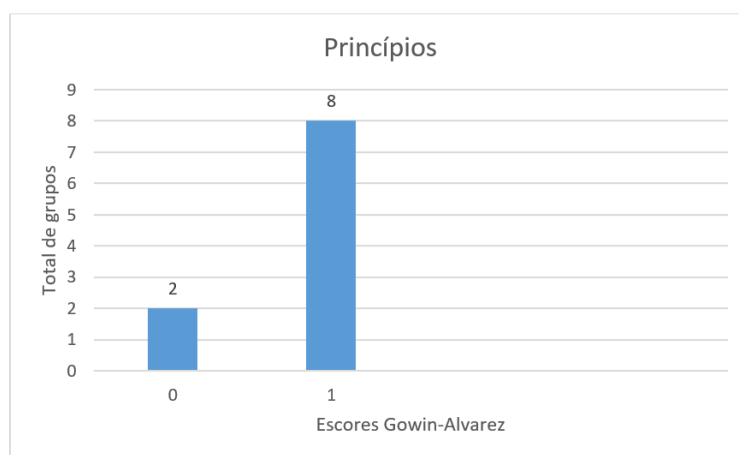
O elemento *Teoria*, seis grupos tiveram mais facilidade (Gráfico 10). O grupo que apresentou o ‘*Teorema de Arquimedes – Empuxo*’ colocou como Hidrostática e Hidrodinâmica, poderia ter colocado somente a primeira, ou simplesmente, Fluidos.



**Gráfico 10:** *Teoria* nos diagramas

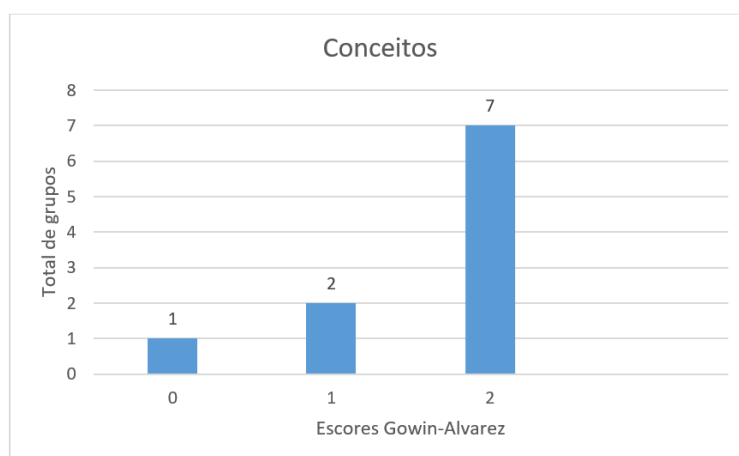
Outro grupo ‘*Stand Up ecológico*’, teve dificuldade de relacionar a atividade experimental com a *Teoria*, foi preciso ajuda do orientador. Um terceiro grupo ‘*Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental*’, disse que a *Teoria* era o Eletromagnetismo, o mais correto seria Eletrodinâmica. Um quarto grupo foi certo na *Teoria*, mas não relaciona o *Domínio Conceitual* do V ou com a *Questão-foco* e o *Evento*.

O Gráfico 11, mostra para dois grupos, nenhum *Princípio* ou *Lei* são identificados. Os demais grupos tiveram mais facilidade neste item, devido aos títulos dos trabalhos direcionar aos aspectos teóricos.



**Gráfico 11:** *Princípios* nos diagramas

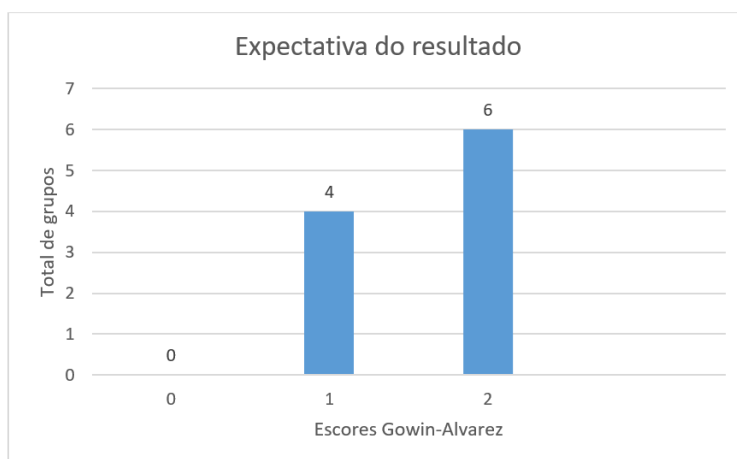
O item *Conceitos*, ilustrado no Gráfico 12, retrata para dois grupos, que os *Conceitos* são identificados, mas não estão relacionados com a *Questão-foco* e/ou os *Eventos*. O quinto grupo ‘*Stand Up ecológico*’, nenhum *Conceito* é identificado, o grupo fez o experimento primeiro com garrafas pets em tamanho real, chamou atenção dos demais professores e tiveram a garantia de estar classificado para a Feira de Ciências. A partir deste momento os integrantes não se preocuparam com a parte teórica envolvendo a Física do experimento. Este grupo é da turma que o pesquisador teve que assumir na reta final do processo. Seguiram a maneira tradicional de desenvolver trabalhos para o evento científico da escola. Outro grupo conseguiu identificar os *Conceitos*, mas não estão relacionados com a *Questão-foco* e/ou os *Eventos*.



**Gráfico 12:** *Conceitos* nos diagramas

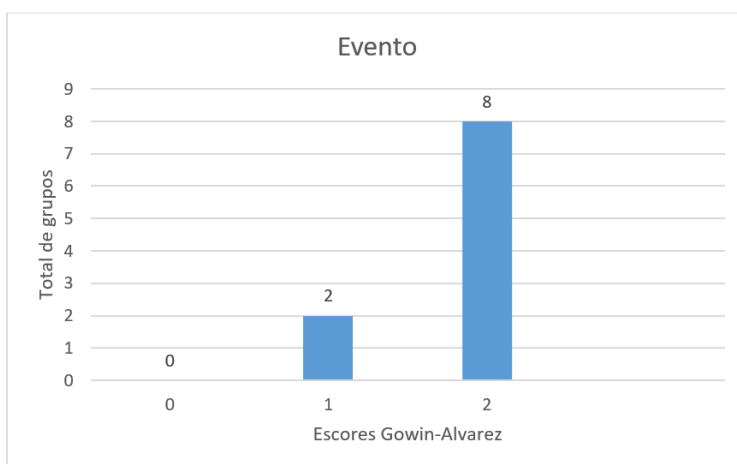
Para o elemento: *O que você Espera como Resultado deste Experimento*, item que não consta na obra de Gowin e Alvarez, pois o Diagrama V foi adaptado para atender de forma mais específica as tarefas propostas. Portanto, fizemos importação de

Batistella (2007) citado por Prado (2015), para poder realizar a avaliação dos diagramas. O Gráfico 13 mostra que, sete grupos conseguiram apontar expectativas do experimento, relacionadas com a *Questão-foco* e/ou ao *Evento*, para três grupos, as expectativas são identificadas, mas não estão relacionadas com a *Questão-foco* e/ou ao *Evento*.



**Gráfico 13:** Espectativa do resultado do experimento

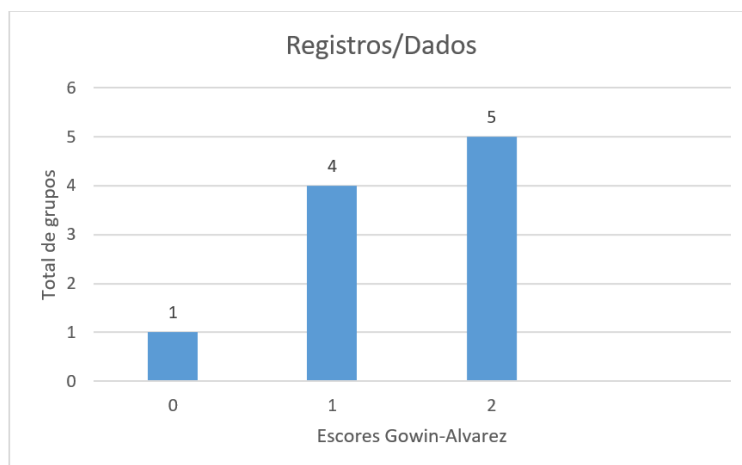
O Gráfico 14 é representado com informações sobre o *Evento*, dois grupos conseguem identificá-lo, mas é inconsistente com a *Questão-foco*. A maioria dos grupos, 80% conseguiram fazer o *Evento* e relacioná-lo com *Questão-foco*.



**Gráfico 14:** *Evento* nos diagramas

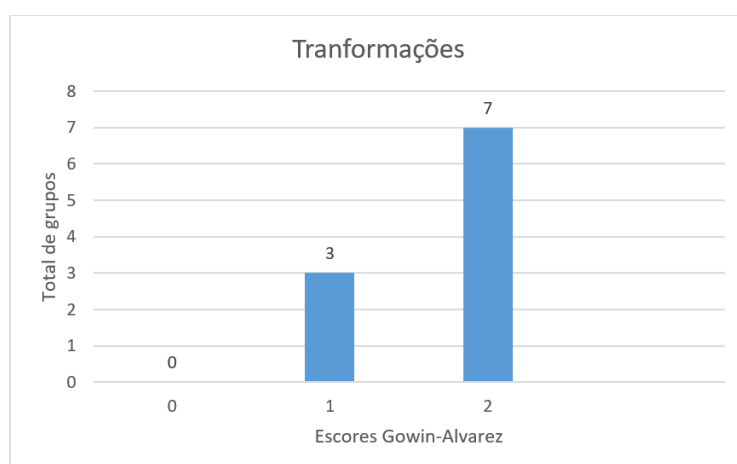
O item *Registros/Dados* (Gráfico 15) não foi identificado em um dos trabalhos. Outros quatro grupos apresentaram *Registros/Dados*, mas são inconsistentes com a *Questão-foco* ou com o *Evento*. Os demais grupos foram coerentes com este item do Diagrama V ao relacioná-lo ao *Evento* e a *Questão-Foco*. Os elementos constitutivos do Diagrama

V, segundo Novak e Gowin (1984, p. 125), funcionam de forma normativa para estabelecer os critérios de valor. Uma boa porção de conhecimento deverá incluir todos os elementos do “Vê”, ilustrar como é que esses elementos se ligam entre si, e ser coerente, compreensiva e significativa.



**Gráfico 15:** Registro/Dados nos diagramas

Podemos observar no Gráfico 16, as *Transformações* apresentaram bom desempenho, 70% dos grupos conseguiram transformar os dados em consonância com a *Questão-Foco*. Os três grupos que representa 30% não tiveram o mesmo êxito, não conseguiram interligar. *Registros* muito incompleto e as *Transformações* é incoerente com a *Questão-Foco*.

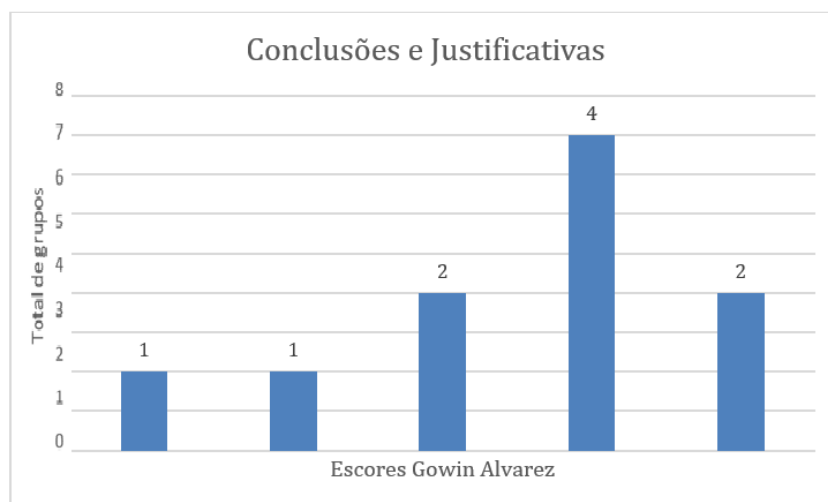


**Gráfico 16:** Transformações nos diagramas

O quesito *Conclusões e Justificativas*, ilustrado no Gráfico 17, traz resultado satisfatório, apesar que o grupo ‘*Stand Up ecológico*’, não apresentou a conclusão do

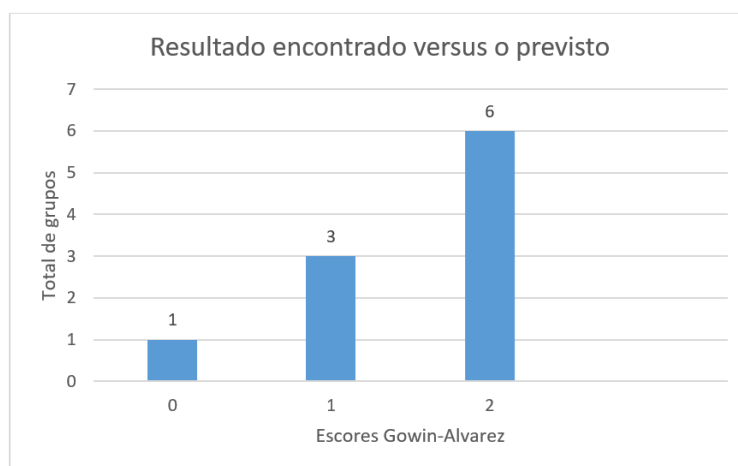


trabalho. Outro grupo apresentou *Conclusões*, mas inconsistentes com a *Questão-foco*. Dois grupos apresentam *Conclusões*, derivadas dos *Registros e Transformações*. Quatro grupos apresentam *Conclusões* consistentes com os dados coletados nos *Registros* e representados nas *Transformações*. Dois grupos, ‘*O Teorema de Arquimedes – empuxo*’ e ‘*Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades*’, trazem as *Conclusões*, que contêm os componentes com os dados coletados nos *Registros* e representados nas *Transformações* e sugerem novas *Questão (ões)-foco*.



**Gráfico 17:** *Conclusões e Justificativas* nos diagramas

Por último o Gráfico 18 que traz os dados do item, O *Resultado encontrado coincide com o que você esperava?* Um grupo não apresentou nenhum *Resultado*. Três grupos mostraram seus *Resultados*, mas NÃO está relacionado com a *Questão-Foco e/ou o Evento*. Os demais grupos (60%) foram bem neste item, o *Resultado* é identificado e está relacionado com a *Questão-Foco e/ou o Evento*.



**Gráfico 18:** *Resultado encontrado versus o esperado* nos diagramas

O Diagrama V como método de pesquisa, Ferracioli (2005) pontua que é necessário bom planejamento, boa técnica, amostra, instrumento de coleta de dados e critérios de análise. Com relação ao elemento do Diagrama V, *Questão-Foco*, os alunos não têm o hábito em seus experimentos para a Feira de Ciências partir de um problema (Porque?), poucos traçam os objetivos, geral e específicos (Para quê?). O evento científico da escola precisa passar por reformulação e trazer a linguagem científica para os educandos. Cada experimento deve ser explorado, seguido de uma *Teoria*, clareando dessa forma, como elaborar Hipóteses (talvez porque), a Fundamentação teórica (quem garante?), Metodologia (como?), Referências (quem garante?). Quanto aos outros elementos da heurística de Gowin, *Princípios* e *Conceitos*, os alunos precisam se aprofundar na Fundamentação Teórica (quem garante?) e Referências (quem garante?). No *Evento* perceber a Metodologia (como?). Em *Registros/Dados/Fatos*, visualizar na Metodologia (como?), para chegar aos resultados. No elemento *Transformações* enxergar que trata de Metodologia (como?), ou seja, uma análise dos *Registros/Dados/Fatos*. E, que as *Asserções de Conhecimento* e *Asserções de Valor*, são os resultados encontrados na atividade experimental.

No geral, a inclusão do Diagrama V no projeto da Feira de Ciências teve o propósito de otimizar o tempo dos alunos e professores, além de representar uma tentativa de exprimir a construção do conhecimento.

### 6.2.2 Análise conceitual dos Diagramas Vs

Os trabalhos selecionados para a Feira de Ciências de 2018, apresentaram propostas relevantes. Na avaliação geral, foram considerados aspectos como: oralidade, apresentação da proposta, integração do grupo, aplicabilidade social. O fomento à pesquisa e experiência científica tem o intuito de corroborar para novas práticas sociais, trazendo inovações para nossa sociedade. A escola como lócus dessa prática, propicia formas de pensar e agir em nosso meio educacional.

As *Questão (ões)-Foco* dos Diagramas Vs permitiram perceber que os integrantes dos grupos tinham bom conhecimento da Física. O Grupo 1, sobre pressão relacionou na *Questão-Foco*, o fato de caminhar sobre a neve ter relação com a área dos sapatos. Os Grupo 2, 4 e 5 com suas respectivas *Questão (ões)-Foco*, ‘*Como é possível*

*levantar um caminhão?*’, ‘Como visualizar o empuxo em vários contextos?’ e ‘Qual a explicação do Stand Up ecológico não afundar na água?’, não incluíram o lado conceitual do V. As questões dos Grupos 1 e 2 relaciona força, pressão e área, enquanto os Grupos 4 e 5 trabalham com o teorema de Arquimedes, para entender o empuxo, que é uma força que atua na vertical em um corpo imerso em fluido, por exemplo, entretanto, relaciona a densidade do fluido, volume deslocado e a gravidade local. O Grupo 10 não formulou a *Questão-Foco*, simplesmente citou o termo ‘*Fontes de energia*’. Os demais grupos conseguiram atingir os objetivos com as questões formuladas dos experimentos.

No quesito *Teoria*, os grupos foram certos com Fluidos e Eletrodinâmica. As dúvidas foram sobre Hidrostática ou Hidrodinâmica, Eletromagnetismo ou Eletrodinâmica no preenchimento do diagrama.

Dois grupos não apresentaram os *Princípios*, o Grupo 3, ‘*Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias*’ deveria ter utilizado o livro didático, que traz o teorema de Stevin aplicado aos gases como: “Todos os pontos de um gás fechado em um recipiente de dimensões menores que 10 m têm a mesma pressão” (BARRETO FILHO, 2013, p.36) e o Grupo 5 ‘*Stand Up ecológico*’, também encontrado no livro do aluno, “Em um corpo em contato com um fluido em equilíbrio, o empuxo é uma força vertical orientada de baixo para cima, cuja intensidade é igual à do peso do volume de fluido deslocado” (BARRETO FILHO, 2013, p.46). Os demais grupos foram assertivos nesse quesito.

O Grupo 2 ‘*Prensa hidráulica: multiplicadora de força de Pascal*’ apresentou conceitos insuficientes, faltou acrescentar a força para relacionar com a *Questão-foco* e/ou os *Eventos*. O Grupo 5 ‘*Stand Up ecológico*’, não apresentou os conceitos, os integrantes deste grupo são dispersos e sem grande interesse em fazer atividades com mais rigor, se contenta em tirar nota somente para passar de ano. Foi dado *feedback* ao grupo, mas eles ficaram felizes somente em ter o experimento pronto para a feira. O Grupo 10 ‘*A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica*’, apresentou os *Conceitos* de seis tipos de energia, mas não apresentou a *Questão-Foco*. Os integrantes deste grupo optaram por este tema pelo interesse de ir bem na prova do ENEM, a temática energia, seja mecânica ou elétrica é recorrente neste tipo de avaliação nacional.

Os grupos tiveram facilidade no quesito *Evento*, ao colocarem dados necessários para construir o experimento de acordo com a *Questão-foco*. O fato da Feira de Ciências da escola ser um evento que vem sendo executado na escola há trinta e cinco anos, possibilita os alunos maior flexibilidade com temáticas experimentais. O projeto escrito

tornou-se obrigatório a partir do ano de 2012, oportunizando o educando a se educar dentro da metodologia científica. Os projetos apresentados na escola são de natureza expositiva, assim os alunos acabam não adentrando na parte experimental como deveria. Por isso, alguns elementos dos Diagrama V preenchidos pelos integrantes de cada grupo ficaram frágeis.

O Grupo 1 '*Pressão, pressão atmosférica e densidade*' fez *Registro* incompleto, colocando livro de Física, computador e uma foto corporal dos alunos representando o Diagrama V. A tabela contendo os valores das densidades das substâncias foi colocada em *Transformações*. Portanto, não atende a *Questão-Foco* e nem o *Evento*. O grupo do '*Stand Up ecológico*', deixaram esse item em branco. E o Grupo 9 fez correto os *Registros*, consistente com a *Questão-Foco*.

O elemento do Diagrama V, *Transformações*, foi um item muito importante nos trabalhos dos alunos. Dos 10 Grupos, dois foram inconsistentes com a *Questão-Foco* e com os Dados coletados a partir dos *Registros*. O Grupo 1 '*Pressão, pressão atmosférica e densidade*', apresenta duas fórmulas para determinar a pressão e a densidade, neste item do diagrama uma tabela de densidades, incoerente com a *Questão-Foco*. E o Grupo 10 '*A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica*' não conseguiu interligar, não apresenta a *Questão-Foco*. Outro grupo '*Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias*' fizeram a demonstração do teorema de Stevin e obtiveram a expressão que relaciona a densidade ( $d$ ) e a altura ( $h$ ) do fluido dentro do tubo em U. O Grupo 6 '*O Teorema Bernoulli e tubo de Venturi*', ilustrado na Figura 24, também fizeram uma demonstração por meio da equação de Bernoulli até obter a expressão matemática da velocidade com que o fluido deva sair do tubo de Venturi. Para obtenção da expressão o orientador ajudou os alunos do grupo, pois no livro didático só traz a equação de Bernoulli, que permite estudar a energia de escoamento.



**Figura 24:** Experimentos - Teorema Bernoulli/tubo de Venturi e Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades (efeito Magnus)

O Grupo 7 faz parte da sala que o pesquisador teve que assumir devido as mudanças ocorridas na escola. Mas, é um grupo de alunos muito interessados, diferente do outro grupo da mesma sala (Grupo 5). Sugerir ao grupo que trocasse de tema e optasse pela temática da SNCT, “A Ciência no combate às desigualdades”. Aceito o desafio, eles trouxeram o tema a ser trabalhado ‘*Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades*’. Foi explorado parte da Física no esporte, optamos por centrar no efeito Magnus, advindo do princípio de Bernoulli. Foi interessante, pois contou com a ajuda dos colegas mestrando e também da ajuda do Prof. Dr. Rodrigues Dias Pereira quando ministrou a disciplina “Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental”. Ao levar o Diagrama V dos alunos, todos deram informações de como realizar o experimento de Flettner, ilustrado na Figura 25, usando o vento para propulsão do carro.



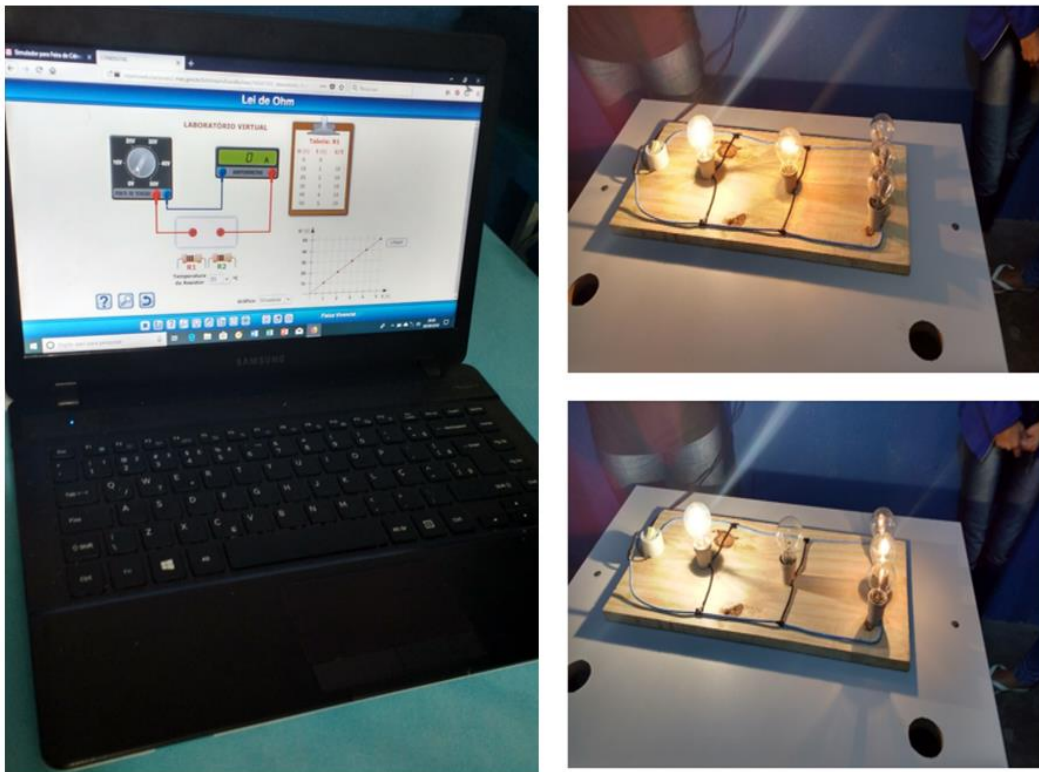
**Figura 25:** Experimento carro Flettner (Grupo 7)

O Grupo 8, '*Primeira Lei de Ohm em operação*', apresentou o gráfico da corrente versus diferença de potencial. Os demais grupos foram assertivos no item *Transformações*.

O grupo '*Stand Up ecológico*', não apresentou a *Conclusão* do trabalho. Já o grupo 10 traz uma *Conclusão*, mas é frágil por não ter a *Questão-Foco* elaborada. O Grupo 1 '*Pressão, pressão atmosférica e densidade*', traz um medidor de pressão arterial e citou que o conceito de pressão está bem presente no nosso dia a dia. Mas, o trabalho vinha sendo desenvolvido para determinar a densidade e no final os integrantes optaram pela mudança de rumo, fugindo da intenção inicial do trabalho. O Grupo 3 '*Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias*' concluíram que a água é mais densa do que o óleo, densidades diferentes e por isso não se misturam. O Grupo 8, '*Primeira Lei de Ohm em operação*', concluíram que: "A primeira Lei de Ohm afirma que a corrente elétrica que atravessa um dispositivo qualquer é sempre diretamente proporcional à diferença de potencial aplicada a esse dispositivo". Este grupo foi um único da Feira de Ciências que trabalhou com simulação para mostrar um conteúdo da Física. Utilizaram um recurso da Plataforma Sedu Digital<sup>10</sup>, que é um Objeto Digital de Aprendizagem (ODA). Foi sucesso no dia do evento da escola, outros alunos pretendem fazer o mesmo no ano que vem, trabalhar com simulador virtual. O Grupo 9, '*Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental*' também conseguiram apresentar as *Conclusões e Justificativas*, perpassando por *Registros e Transformações*, com propósitos e mostrar as associações em série e em paralelo no cotidiano das pessoas da comunidade local. Os Grupos 8 e 9, ilustrados na Figura 26, mostram o laboratório virtual, onde foi simulado a lei de Ohm e, as associações em série e em paralelo de lâmpadas. Este último lamentou a falta de multímetro para determinar medidas e fornecer outras informações ao público presente da Feira de Ciências, como diferença de potencial, a corrente no circuito ou em parte dele e a resistência.

---

<sup>10</sup> Cf. <https://curriculointerativo-sedu-es-gov-br.escoladigital.org.br/odas/eletricidade-lei-de-ohm>. Acesso em 23-04-2018

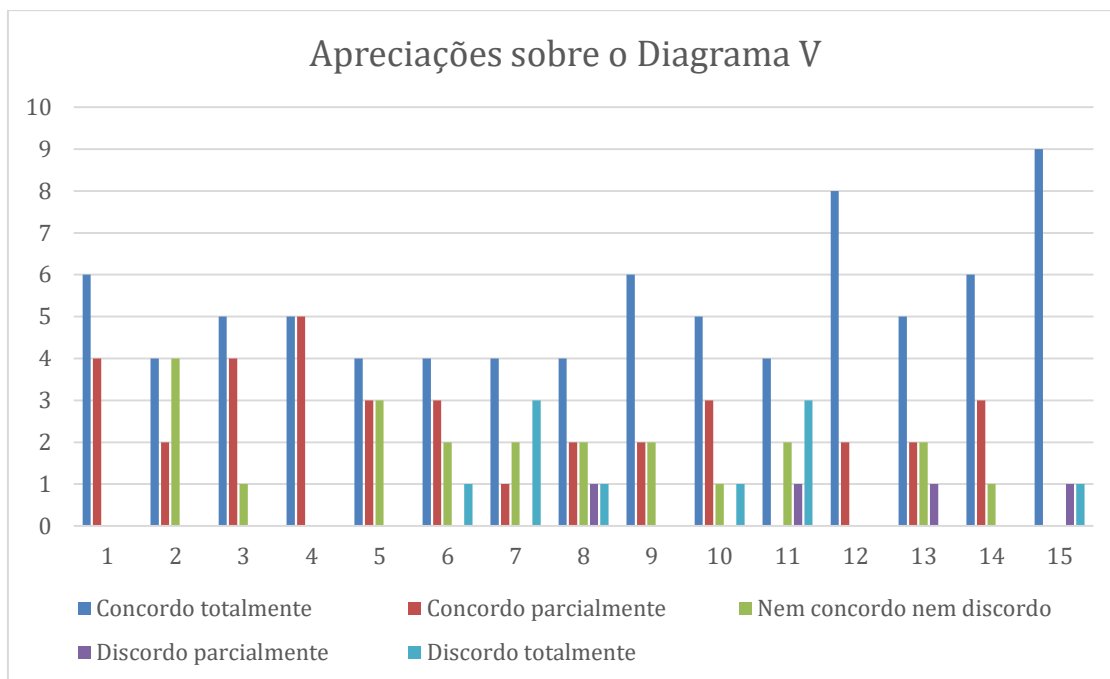


**Figura 26:** Experimentos: Primeira Lei de Ohm em operação (Simulador) e Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental

O CBC (2009, V2, p. 82), recomenda “a utilização de simulação de experimentos de Física em computadores, como uma ferramenta que contribui para verificar e testar certas hipóteses, princípios, teorias e leis físicas”.

### 6.3 Resultado do Questionário de opinião sobre a utilização do Diagrama V.

Os dez grupos que utilizaram o Diagrama V nos projetos para a Feira de Ciência responderam um questionário contendo 15 questões. As respostas obtidas do uso da heurística de Gowin foram satisfatórias (Gráfico 19).



**Gráfico 19:** Inserção do Diagrama V na Feira de Ciência

A primeira questão ‘*Eu gostei de usar o Diagrama V para a Feira de Ciências*’, 60% dos grupos concordam totalmente e 40% disseram que concordam parcialmente.

Moreira (2012, pp. 3-12) pontua que o diagrama V é um facilitador de uma aprendizagem significativa em ciências.

A segunda questão “*Fiquei mais interessado nos experimentos do que o normal porque, o Diagrama V me ajudou a entendê-los melhor*”, 40% dos grupos concordaram totalmente, 20% concordam parcialmente e os demais grupos representam 40%, nem concorda e nem discorda.

A terceira questão ‘*O Diagrama V me ajudou a aprender os CONCEITOS usados nos experimentos*’ 50% concordam totalmente, 40% concordam parcialmente e 10% nem concordam e nem discordam.

A quarta questão “*Enquanto construía o Diagrama, consegui relacionar a QUESTÃO-FOCO com os PROCEDIMENTOS*”, 50% dos grupos concordam totalmente e os demais 50% disseram que concordam parcialmente.

Cappelletto aponta que:

O diagrama Vê pode mediar o planejamento conceitual e metodológico da pesquisa e a respectiva prática. Visto que o conhecimento não é descoberto, mas construído pelas pessoas, ele tem uma estrutura que pode ser analisada. O Vê ajuda a identificar os componentes do conhecimento, clarificar suas



relações e apresentá-los de modo claro e visualmente compacto (CAPPELLETTO, 2009, p. 54)

A quinta questão “*Foi mais fácil identificar os DADOS a serem coletados durante o experimento com o Diagrama V*”, 40% dos grupos concordaram totalmente, 30% concordam parcialmente e os demais grupos representam 30%, nem concorda e nem discorda

A sexta questão “*No início do semestre, senti-me desconfortável para elaborar o Diagrama V*”, 40% concordam totalmente, 30% discordam parcialmente, 20% nem concordam e nem discordam e 10% discordam totalmente.

A sétima questão “*Prefiro fazer o relatório no formato de Diagrama V do que no formato inicial*”, 40% concordam totalmente, 10% discordam parcialmente, 20% nem concordam e nem discordam e 30% discordam totalmente.

A oitava questão “*Senti-me mais confiante em fazer o lado do pensar (lado esquerdo) do Diagrama V do que o lado do fazer (lado direito)*”, 40% concordam totalmente, 20% concordam parcialmente, 20% nem concorda e nem discorda, 10 % discorda parcialmente e 10% discorda totalmente.

A nona questão “*O Diagrama V me ajudou a entender melhor o que eu estava fazendo no experimento*”, 60% concorda totalmente, 20% concordam parcialmente e outros 20% nem concordam e nem discordam.

A décima questão “*O Diagrama V me ajudou a entender qual era o objetivo geral da Feira de Ciências*”, 50% concorda totalmente, 30% concordam parcialmente, 10% nem concorda e nem discorda e outros 10% discordam totalmente.

A décima primeira questão “*O modelo do Diagrama V tinha espaço suficiente para escrever minhas respostas*”, 40% concorda totalmente, 20% nem concorda e nem discorda, 10 % discorda parcialmente e 30% discorda totalmente.

A questão 12 “*Fui devidamente esclarecido que poderia utilizar o Diagrama V durante o experimento*”, 80% dos grupos concordam totalmente e os demais 40% disseram que concordam parcialmente.

A questão 13 “*Fiquei confortável em usar o Diagrama V durante o experimento*”, 50% concordam totalmente, 20% concordam parcialmente, 20% nem concorda e nem discorda e 10 % discorda parcialmente.

A questão 14 “*Conseguí entrar em contato com o professor orientador sempre que foi necessário*”, 60% dos grupos concordaram totalmente, 30% concordam parcialmente e os demais grupos representam 10%, nem concorda e nem discorda.

A questão 15 “*A disponibilidade do professor para tirar minhas dúvidas foi essencial para a compreensão do Diagrama V*”, 90% concordam totalmente e 10% discordam parcialmente.

De acordo com Gowin e Alvarez (2005) citado por Santos (2008, p. 66), o ato de educar é um processo de intervenção deliberada na vida dos estudantes para alterar o sentido de sua experiência. A partir daí os estudantes passam a se auto-educar e assim, aprendem a controlar sua própria experiência. Essa mudança do significado de experiência exige a mediação do professor.

## 6.4 Resultado do questionário de opinião sobre a Feira de Ciências

Nos últimos anos durante o evento é aplicado questionário (enquete) para alunos e visitantes com a intenção de obter opiniões a respeito do evento. Apresentamos os resultados, ilustrado no Quadro 14, com respostas de 8 professores, sendo 4 da escola Professora Filomena Quitiba e outros 4 professores das escolas municipais que estavam acompanhado suas turmas e de 20 alunos dos grupos da feira que fizeram parte da amostra desta pesquisa.

**Quadro 14:** *Apreciação da Feira de Ciências*

Visões	Pontos positivos	Pontos negativos
Professores da escola e professores visitantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular a pesquisa;</li> <li>• Apresentação de trabalhos;</li> <li>• Abordagem de temas atuais;</li> <li>• Trabalho em grupo;</li> <li>• Interação entre alunos de várias redes;</li> <li>• Aprendizado;</li> <li>• Outro meio de ambientação escolar;</li> <li>• Desenvoltura;</li> <li>• Conhecimento estendido;</li> <li>• Oratória;</li> <li>• Organização;</li> <li>• Projetos maravilhosos;</li> <li>• Boa explicação;</li> <li>• Envolvimento e interesse de todos;</li> <li>• Envolvimento de alunos e comunidade, Parceria;</li> <li>• Conhecimento, Teoria, Pesquisa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço físico;</li> <li>• Participação das escolas;</li> <li>• Incentivo para os alunos;</li> <li>• Plágio;</li> <li>• Clima;</li> <li>• Tumulto;</li> <li>• Muito barulho para ouvir as explicações;</li> <li>• Falta de suporte aos alunos por parte da escola;</li> <li>• Trabalho concentrado em mãos de poucos professores;</li> <li>• Atrito entre os alunos;</li> <li>• Falta de organização da escola;</li> <li>• Desinteresse de alguns alunos;</li> <li>• Falta de interdisciplinaridade da escola;</li> </ul>

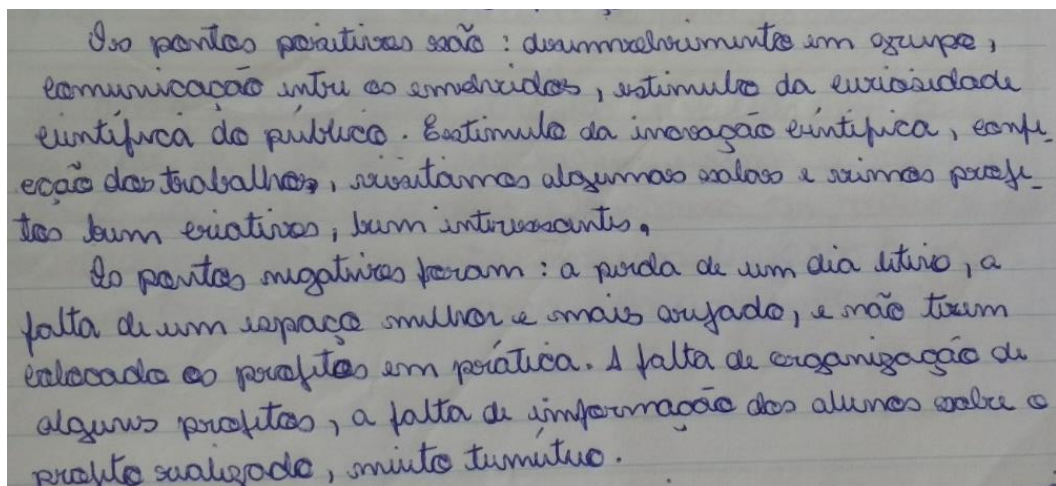
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prática;</li> <li>• Diversidade de temas;</li> <li>• Aprendizagem em espaços não-formais;</li> <li>• Formação científica;</li> <li>• Desenvolvimento da oralidade;</li> <li>• Incentivo e despertamento de interesse dos alunos;</li> <li>• Oportunidade de percepção do conhecimento e desenvolvimento dos alunos;</li> </ul>	
Alunos que utilizaram o Diagrama V no experimento da feira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alunos motivados;</li> <li>• Aprendizagem que tivemos;</li> <li>• Melhorar aprendizagem;</li> <li>• Projetos bons;</li> <li>• Envolvimento das escolas visitantes;</li> <li>• Maior aprendizado;</li> <li>• Metodologia diferente;</li> <li>• Orientações de professores;</li> <li>• Vindo aqui e você prestar atenção nos trabalhos, você aprende;</li> <li>• Interessante os projetos;</li> <li>• Poder mostrar nosso projeto;</li> <li>• Ser aberto a comunidade e escolas da cidade;</li> <li>• Diversidades de ideias;</li> <li>• Professores empenhados;</li> <li>• Avanços tecnológicos;</li> <li>• Bom conteúdo, trouxe novidade, me conscientizou de várias coisas;</li> <li>• Qualidade dos projetos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poucos ventiladores e tomadas;</li> <li>• Não tinha lanche;</li> <li>• Pouco espaço para se apresentar;</li> <li>• Muita carga horária;</li> <li>• Poucos banheiros;</li> <li>• Mais tempo de organização;</li> <li>• Desorganização na programação;</li> <li>• Sestas de lixo;</li> <li>• Poderiam filmar e registrar melhor o evento;</li> <li>• Falta de acesso à internet, o que dificultou nossa experiência;</li> <li>• Muitos projetos;</li> </ul>

Após um recorte, sintetizamos a fala dos apreciadores da Feira de Ciências, citados anteriormente. Analisando o Quadro 14, percebemos um certo padrão nas respostas. Os professores devido as suas experiências em sala de aula pontuaram as vantagens do evento científico: estímulo a pesquisa, interação, conhecimento, pesquisa, formação científica, oportunidade de percepção do conhecimento e desenvolvimento dos alunos, entre outras; os alunos, por sua vez, deram como respostas ao participarem da feira: motivação, aprendizagem, nova metodologia, interação com a comunidade, expor projetos, entre outros. Com relação aos pontos negativos, tanto professores quanto alunos, foram taxativos: espaço físico (Figura 27), tumulto, muito barulho para ouvir as explicações, falta de suporte aos alunos por parte da escola, atrito entre alunos, desinteresse de alguns alunos, muita carga horária para apresentação, registrar melhor o evento, muitos projetos, etc. Situação análoga a do trabalho de Boss e Gaspar (2007), principalmente no quesito espaço físico.



**Figura 27:** Culminância: Feira de Ciências

Selecionamos alguns fragmentos da fala dos alunos. A Figura 28 é de aluno do terceiro, que já possui experiência em participação do evento há dois anos.



**Figura 28:** Opinião de um aluno do 3º ano coletada durante a Feira

Ao trabalhar com evento científico é necessário ter um padrão, onde os envolvidos possam desenvolver suas atividades de forma profícua. O caminho exige regras e critérios para desenvolver bem o projeto que culmina na feira, onde os professores possuem grande responsabilidade. É importante ressaltar que os projetos dos alunos objetiva socializar com a comunidade seu aprendizado, como ilustra a Figura 29. Portanto, os professores têm a expectativa que os alunos tenham bom desempenho e um trabalho sistematizado em função das regras adotadas.

Pontos positivos - Com a feira podemos ter mais conhecimento, aprender coisas diferentes, passamos mais aprendizado para as pessoas que vêm nos visitar. O objetivo da feira é criar novas ideias para ajudar a nossa sociedade, economizando, tornando a vida das pessoas mais prática, com invenções feitas pelas crianças. É muito bom, quando nós nos expomos para fazer o nosso trabalho, e ter o reconhecimento, ser elogiado pelas pessoas e pelos professores que vêm visitar a feira.

**Figura 29:** Opinião de uma aluna do 1º ano coletada durante a Feira

A realização da Feira de Ciências é um modo de praticar ciências, demanda urgencial nos meios educacionais pela necessidade de estabelecer um coletivo de práticas e experimentos científicos com aplicabilidade em vários contextos.

Os pontos positivos, não evidentes, contato com a ciência, desenvolvimento de talentos, agregação de conhecimento, indo para a nossa realidade, os pontos positivos, que ajudam as pessoas que não têm facilidade em explicar e conseguir bons pontos para não reprovar e também é devesas interessante expor os experimentos.

Já os pontos negativos, não poucos, gasto com dinheiro, ~~tempo~~ tempo, e indo para nossa realidade; pontos negativos é a maioria não se interessar por ciência, trabalhar mais longe só para conseguir pontos e não ter uma apresentação adequada - premiação - e

**Figura 30:** Opinião de um aluno do 2º ano coletada durante a Feira

O fragmento ilustrado na Figura 30 mostra os propósitos da feira. Os alunos quando estão em público para apresentar o trabalho desenvolvem as competências cognitivas, e, também, as socioemocionais. Ao adentrar na ciência os educandos passam a conhecer o formato de pensar, falar e explicar, que é diferente do senso comum. O engajamento na Feira de Ciências abre um caminho para conhecer o que é ciência e sua metodologia.

## Capítulo 7

### Conclusões e recomendações

O presente estudo tratou do uso do Diagrama V no contexto da Feira de Ciências, por meio de Oficinas Pedagógicas como apoio metodológico na aprendizagem do conteúdo da Física. Permitiu que o pesquisador aprofundasse seu conhecimento sobre a heurística de Gowin no ambiente educacional concernente a vários enfoques, tais como: o seu conceito, seu papel, elementos constitutivos e sistematizados aplicados na prática pedagógica, melhor ensino e aprendizagem para o educando com o novo instrumento que é a mimetização do método científico. A aprendizagem não se dá apenas em ambiente formal, como nas salas de aula, mas em qualquer espaço onde se media ou compartilha o conhecimento. Dessa forma podemos considerar que, quando bem elaborada, a Feira de Ciências representa uma excelente oportunidade de aprendizagem para o aluno, pois reflete as relações de produção do conhecimento.

Após os resultados e discussões apresentados no capítulo anterior, procuramos agora encontrar respostas para a nossa problemática, objeto geral e objetivos específicos para concluir esta dissertação.

Para efeito de conclusão, a proposição da problemática em função dos dados já citados neste trabalho, que o professor necessita de atualização para levar o educando a um melhor patamar de aprendizagem significativa, ficou demonstrado a assertividade em usar o Diagrama V mediado por Oficinas Pedagógicas como proposta alternativa na Feira de Ciências da escola Professora Filomena Quitiba.

Diante do objetivo geral, *Utilizar o Diagrama de Gowin como elemento instrucional para a Feira de Ciências*, conclui-se que o Diagrama V como proposta alternativa a uma problemática existente no evento científico promovido pela instituição de ensino foi assertivo. A dialogia do lado esquerdo (pensar) com o lado direito (ação) no diagrama mostra o grau de liberdade para o educando compreender sua atividade experimental. Diferentemente do roteiro tradicional ou relatório experimental, de acordo com Amorim (2010), “tudo é dirigido para tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados, comentários sobre erros experimentais, [...] se os resultados estão de acordo com o desejado pelo professor, o aluno “aprendeu”.

Pensar em um processo de avaliação num projeto de Feira de Ciências, o Diagrama V é uma das formas de introduzir o aluno na cultura do método científico, por meio de seus elementos constitutivos, da organização do *Evento*, da formulação da *Questão-Foco*, identificação dos elementos do *Domínio Teórico*, da obtenção de *Registros/Dados*, para serem transformados e obter as *Asserções de Conhecimento* e de *Valor*. O diagrama como instrumento, tiveram início a partir do desenvolvimento do projeto pelos alunos, por meio de encontros organizados por eles, as possibilidades de elaborar um projeto começaram a ser analisado. As etapas envolveram pesquisa e busca por assuntos de interesse (percepção do *Evento* e da *Questão-Foco*) em acordo com o escopo da feira. Em seguida foi necessário o empenho em desenvolver a proposta escolhida (adequar ao *Domínio Conceitual*), onde os grupos foram capazes de reunir o material necessário, fazer testes, questionar o professor orientador sobre possíveis erros e realizar suas próprias conclusões a respeito do resultado que deseja alcançar (*Domínio Metodológico*). A etapa final é o compartilhamento com a comunidade, seja ela escolar ou local, momento em que cada integrante do grupo, por meio da comunicação é capaz de apresentar os conceitos aprendidos durante todo o processo mediado pela heurística de Gowin.

À respeito do primeiro objetivo específico, *Promover a compreensão do método científico através do Diagrama V*, conclui-se que, as duas oficinas realizadas, a primeira, explorada junto aos alunos o método científico e a segunda, também junto a eles, para promover a compreensão do Diagrama V, foram fundamentais, por ser de domínios não explorado nas aulas de Física da escola. A oficina do método científico foi exitosa ao explorar a teoria científica, seu poder explicativo e validação de resultados. Assim como, o método é idealizado no livro didático do aluno, o que é ciência e a visão idealizada. A descrição do método em partes, como a observação para entendimento do que irá ser estudado, as hipóteses, previsões, experimentos e sua importância e a teoria. Durante a oficina, alguns alunos levantaram a questão da feira escola como bom caminho de praticar a metodologia científica. Foi aproveitado este momento para mostrar o método científico na prática, com experimentos reprodutíveis, comunicação dos resultados para a comunidade e a criticidade dos métodos e resultados. No final foi dito que para fazer ciência é necessário a sistematização das ideias e o método é o melhor caminho na busca do conhecimento a ser compartilhado.

A segunda oficina também foi positiva ao elencar os elementos constitutivos do Diagrama V, que trata segundo Ferracioli (2018) da mimetização do método científico

na construção do conhecimento. Foi explorado cada elemento do diagrama em slides para clarificar o entendimento do instrumento. A maior dificuldade encontrada pelos alunos foram os termos, heurística, *Asserções de Conhecimento* e *Asserções de Valor*, devido aos termos, não presente no cotidiano dos estudantes, o mesmo ocorreu em outro trabalho Cappelletto (2009), mas diferentemente de Pereira (2015), onde a maior dificuldade encontrada pelos alunos foi com o *Domínio Conceitual*. Foi dado uma folha para cada aluno com o diagrama e seus elementos e uma tarefa de casa, refletir sobre o novo instrumento com as páginas iniciais do livro didático que abordam o método científico. O retorno dos alunos durante as aulas de Física foram de que seria melhor trabalhar com o Diagrama V, pois facilita entender toda a atividade. Para ganhar maior familiaridade com o instrumento fora utilizado o Diagrama V de Novak e Gowin (1984) em duas atividades, '*Seminários temáticos*' e '*Estudando para o Enem de forma invertida*'. Após estas atividades foi adotado outro Diagrama V (adaptado por Prado, 2015) para as atividades experimentais da Feira de Ciências, por ser mais pertinente e didático para o aluno.

E quanto ao segundo objetivo específico, *Apresentar o Diagrama V como instrumento de percepção e análise da Física*, conclui-se que os dez grupos, em geral falharam com sua temática em alguns dos elementos do diagrama, principalmente com a Questão-foco e Evento, '*Como é possível levantar um caminhão?*', '*Como visualizar o empuxo em vários contextos?*' e '*Qual a explicação do Stand Up ecológico não afundar na água?*', não incluíram o lado conceitual do V, faltou aos grupos maior compreensão sobre empuxo e força. Outros itens, como, *Registros/Dados* e *Transformações*, também houve imprecisão ao trabalharem com os conteúdos da Física nos experimentos, acarretando incoerência na conclusão da tarefa. As dificuldades também encontradas nos trabalhos Cappelletto (2009) e de Lima et al (2011). Neves e Gonçalves (1989) ao abordar sobre Feira de Ciências, afirmam que "a precisão científica, refere-se à correção dos dados e do seu tratamento na busca de uma conclusão coerente com o trabalho executado". O experimento do Grupo 7 (Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades (efeito Magnus)) contrasta com a fala desses autores, mesmo com o suporte dado, os integrantes não tiveram a resiliência necessária para concretizar o experimento e demonstrar para os visitantes o efeito Magnus. Mas, em 2019 será dado continuidade deste experimento como desafio para outro grupo.



As análises e discussões feitas anteriormente permite que a avaliação conceitual dos Diagrama Vs, teve o objetivo de aprimorar a formação científica dos alunos e alunas para investir na pesquisa científica em perspectivas futuras.

Acerca do terceiro objetivo específico, *Capacitar os alunos do Ensino Médio para a estruturação e mediação de seus experimentos para a Feira de Ciências*. Para que esse terceiro objetivo pudesse ser alcançado, buscou-se capacitar os integrantes de cada grupo com sua atividade experimental, a partir da qual eles fossem levado a refletir, argumentar, colaborar e ser resiliente, buscando-se uma mudança atitudinal de cada membro do grupos. Com a atividade experimental concretizada e diagrama preenchido pelos grupos, pôde-se perceber que os alunos se sentiram mais confiantes e com argumentos plausíveis do trabalho realizado. No geral, os integrantes dos grupos tiveram bom desempenho com o novo método, pois eles tinham o hábito desde do ano de 2012 fazer a parte escrita do trabalho a ser submetido a feira da escola. Os professores orientadores estimulam os alunos a seguirem o *template* da FECIENG. Mas, com relação ao preenchimento do Diagrama V, a dificuldade foi em relação ao lado direito, o *Domínio Metodológico*, diferentemente do trabalho de Prado (2015) com Diagrama V, que apresentou como maior problemática o lado esquerdo, ou seja, o *Domínio Conceitual*. A maioria dos grupos tiveram dificuldade de relacionar os elementos com a *Questão-Foco* ou *Evento*. De acordo com Demo (1987), a “metodologia é uma preocupação instrumental, que trata do caminho para a ciência abordar a realidade teórica e prática”.

A integração da Computação em Nuvem infundida desde de 2013 nos trabalhos dos alunos envolvidos com o evento científico da instituição de ensino não eleva a aprendizagem da Física e nem o conhecimento da metodologia científica de forma substancial. A forma de orientar os alunos utilizando aplicativo em nuvem possibilitou um caminho a seguir, nova forma de aprender. Mas, a heurística de Gowin, pautada nos dados coletados junto aos grupos de alunos se mostrou melhor caminho a trilhar com os alunos para aprender os conteúdos da Física. A pesquisa atingiu ao seu propósito ao responder a problemática levantada inicialmente e que foi a temática para o desenvolvimento desta dissertação.

Em suma, os pontos abordados na pesquisa permitiram ao pesquisador compreender a dinâmica do Diagrama V e seus elementos constitutivos, que poderão ser integrados ao Ensino de Física pelos professores. Este pesquisador na busca e com

vontade de ampliar cada vez mais o seu conhecimento, acredita em nova postura dos professores na atualidade. Araújo e Yoschida (2010) sinalizam que:

[...] o educador do séc. XXI deve ser um profissional da educação que elabora com criatividade os conhecimentos teóricos e críticos sobre a realidade, tendo o mesmo que centrar-se numa prática pedagógica de êxito, com uma aprendizagem satisfatória e significativa, pois as constantes mudanças ocorridas na sociedade exigem uma nova postura do professor, bem como um repensar crítico sobre a educação (ARAÚJO e YOSCHIDA, 2010, p.3).

Espera-se com esta dissertação ter contribuído para a reflexão/compreensão do potencial da presença do Diagrama V em evento científico, como a Feira de Ciências. As implicações teóricas da pesquisa apontam para rotas a serem percorridas na inserção do instrumento heurístico na educação que possam influenciar positivamente na aprendizagem dos alunos da educação básica.

## **Recomendações**

Os tipos de trabalhos da feira da escola são projetos expositivos (maioria) e projetos experimentais (poucos). O primeiro com a intenção apenas de informar o público visitante sobre uma determinada temática, enquanto o segundo, objetiva mostrar experimentos como podem ser feitos no laboratório. É necessário incrementar outros vieses no evento científico, como, projeto investigativo e projeto tecnológico.

O conteúdo da Física tem sido ministrado sem muita inovação na transposição didática que reflete em resultados insatisfatórios. Explorar mais atividades experimentais em sala de aula ou mesmo em contexto de Feira de Ciências com objetividade de facilitar o entendimento conceitual da Física. Infundir novas formas de trabalho com simulador virtual e, também do Arduino.

Olhar para a formação continuada dos professores de Física para o uso do Diagrama V, que possui grande potencial de uso para transpor os conteúdos da Física, seja por meio da oralidade ou por meio de experimentos na prática pedagógica. A função do professor segundo Altet (2001)

Ensinar é fazer aprender e, sem a sua finalidade de aprendizagem, o ensino não existe. Porém, este “fazer aprender” se dá pela comunicação e pela aplicação; o professor é um profissional da aprendizagem, da gestão de condições de aprendizagem e da regulação interativa em sala de aula (ALTET, 2001, pp.23-35).

A heurística de Gowin possibilita melhora na aprendizagem, mas devemos repensar na diminuição da carga cognitiva dos professores e aumentar a do educando, Moreira (2014) já dizia que está centrado no docente e mostra que deveria ser o contrário.

Para as próximas pesquisas é recomendável que se discuta de forma aprofundada, o Diagrama V, infundir em todas as atividades das disciplinas da educação básica, com a finalidade de aproveitar as grandes potencialidades que ele traz agregando conhecimento ao meio educacional.

## Referências bibliográficas

ALMEIDA, F. J.; JÚNIOR, F. M. F. **ProInfo: Projetos e ambientes inovadores** / Fernando José de Almeida; Fernando Moraes Fonseca Júnior / Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000.

Altet, M. As competências do professor profissional: entre conhecimento, esquemas de ação e adaptação, saber analisar (2001). In: Paquay, L.; Perrenoud, P.; Altet, M.; Charlier, E. (orgs). **Formando professores profissionais: quais estratégias? Quais competências?** Trad. Fátima Murad e Eunice gruman, 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, p. 23-35.

Amorim, Hélio Salim de. Instrumentação para o ensino da física 1 e 2. v. único / Hélio Salim de Amorim; Susana L. de Souza Barros. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

ARAÚJO, Paulyanne Leal de YOSHIDA, Sônia Maria Pinheiro Ferro. **Professor: Desafios da prática pedagógica na atualidade**. Recuperado em 14 de novembro, 2015 de <http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2009/11/03/outros/608f3503025bdeb70200a86b2b89185a.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2018.

ARAÚJO, M.S.T; ABIB, M.L.V.S **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v.25, Nº2, Jun-2003. Disponível em: [http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25\\_176.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_176.pdf). Acesso em: 09 de outubro de 2018.

ARAÚJO, R. R.; GUIDOTTI, L. S.; HECKLER, V. **Feira de Ciências: Integrando Saberes no Cordão Litorâneo**. Rio Grande: Pluscom Editora, 2016.

AUSUBEL, D. P. (2003). **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V5(1), pp. 75-100, 2015. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID83/v5\\_n2\\_a2015.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID83/v5_n2_a2015.pdf). Acesso em: 12 de agosto de 2017.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento** / Gaston Bachelard; tradução Esteia dos Santos Abreu. - Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARRETO FILHO, BENIGNO. Física aula por aula: Mecânica dos fluidos, termologia, óptica: 2º ano / Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva. – 2 ed.- São Paulo: FTD, 2013.

\_\_\_\_\_. Eletromagnetismo, ondulatória, física moderna: 3º ano / Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva. – 2 ed.- São Paulo: FTD, 2013.

BELMONT, R. S. **Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a avaliação educacional**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V6(3), pp. 79-88, 2016. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID91/v6\\_n3\\_a2016.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID91/v6_n3_a2016.pdf). Acesso em: 12 de agosto de 17.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRASIL, E. D. F. **Análise do potencial pedagógico da Primeira Feira Estadual de Ciências e Engenharia do Espírito Santo para o desenvolvimento de uma educação CTSA nas escolas públicas estaduais**. Dissertação (mestrado) Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

CAMPOS, B. S.; FERNANDES, S. A.; RAGNI, A. C. P. B.; SOUZA, N. F. (2012). **Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 1. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341402.pdf>. Acesso em: 09 Junho de 2017.

CAPPELLETTO, E. **O Vê de Gowin conectando teoria e experimentação em física geral: questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo**. Porto Alegre, 297 p., 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CARVALHO, F. C. A. **Tecnologias que educam: ensinar e aprender com tecnologias da informação e comunicação** / Fábio Câmara Araújo de Carvalho, Gregório Bittar Ivanoff. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

CERTEAU, M. A invenção do cotidiano: artes de fazer. Petrópolis: Vozes, 1994.

CURTH M. T. Manual de supervivência: del trabajo em el a la feira de ciencias / Mónica de Torres Curth ... [et al]. – 1ª ed.- Neuquén: EDUCO – Universidad Nacional del Comahue, 2016. Disponível em: <http://lcve.mincyt.gob.ar/downloads/LCVE-materiales-03.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2018.

DEMO, P. introdução ao ensino da metodologia da ciência. 2.ed. São Paulo: atlas, 1987.

ERICKSON, F. **Qualitative methods in research on teaching**. In Wittrock, M. C. (Org.), Handbook of Research on Teaching. New York: Macmillan, 1986, p. 119-161.

FARIAS, L. N.. **Feiras de Ciências como oportunidade de (re) construção do conhecimento pela pesquisa**. 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Belém, 2006. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/1828>. Acesso em: 12 de junho 2018.

FÁVERO, R.; Nunes, V. B. **Os projetos de aprendizagem e as TICs**. Informática na educação: um caminho de possibilidades e desafios. / organizadores, Isaura Alcina Martins Nobre... [et al]. – Serra, ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2011.

FRANÇA, M. J. M. **Física no vestibular**. Rio de Janeiro: Editora Ciência moderna Ltda., 2006

FERRACIOLI, L. **O Ensino de Física no Estado do Espírito Santo**. In: Sidnei Leite. (Org.). Práticas Experimentais Investigativas em Ensino de Ciências. 1ed. Vitória, ES: 2012, v. 1, p. 36-41.

\_\_\_\_\_. **O ‘V’ Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo da Investigação**. Laboratório de Tecnologias Interativas Aplicadas à Modelagem Cognitiva. Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo. 2001.

\_\_\_\_\_. **Concepções Espontâneas em Termodinâmica: Um Estudo em um Curso Universitário, Utilizando Entrevistas Clínicas.** Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Ensino de física), 1986.

\_\_\_\_\_. **O ‘V’ epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação.** Cadernos do Model@b, nº 12, Maio, 2002.

\_\_\_\_\_. **O Diagrama V no Ensino Experimental.** 2018, Publicação Interna do Modelab. Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo.

\_\_\_\_\_. **O V Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação.** Revista Didática Sistêmica, v.1, n.1, p. 106-25, 2005. Disponível em: [http://www.mettodo.com.br/pdf/V\\_de\\_Gowin.pdf](http://www.mettodo.com.br/pdf/V_de_Gowin.pdf). Acesso em: 19 de março de 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Métodos e técnicas de pesquisa social** / Antonio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GOWIN, D. B. **Educating.** New York: Cornell University Press, 1981.

GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. **The Art Educating with V Diagrams.** Cambridge University Press, New York, 2005.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual.** 9 ed, 2008.

LEITE, S. Q. M. **Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências: caderno de experimentos de física, química e biologia – reflexões sobre o ensino de ciências.** / Sidnei Quezada Meireles Leite, organizador. – Vitória, ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2012. Disponível em: [http://educimat.ifes.edu.br/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livros/Ifes\\_Livro-Praticas-Experimentais-2012.pdf](http://educimat.ifes.edu.br/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/Livros/Ifes_Livro-Praticas-Experimentais-2012.pdf). Acesso em: 03 de fevereiro de 2018.

MACHADO, K. D. **Teoria do eletromagnetismo,** volume 2. Ponta Grossa: editora UEPG, 2002.

MANCUSO, R. **Feira de Ciências:** produção estudantil, avaliação, consequências. Contexto Educativo Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías, Buenos Aires, v. 6, n. 1, 2000.

MANCUSO, Ronaldo; FILHO, Ivo Leite. **Feiras de Ciências no Brasil: uma trajetória de quatro décadas.** In: Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica. Fenaceb/Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2006.

MELLO, G. N. **Currículo da Educação Básica no Brasil: concepções e políticas.** Setembro de 2014. Disponível em: [http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2015/09/guiomar\\_pesquisa.pdf](http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2015/09/guiomar_pesquisa.pdf). Acesso em: 11 de dezembro de 2018.

MEIRIEU, P. **O cotidiano da escola e da sala de aula: o fazer e o compreender /** Philippe Meirieu; trad. Fátima Murad. – Porto Alegre: Artmed, 2005.

MINTZES, J. J., WANDERSEE, J. H., NOVAK, J. D. **Assessing Science Understanding: A Human Constructionist View.** San Diego, EUA: Elsevier Academic Press, P. 55, 1999.

MORAES, J. U. P.; JUNIOR, R.S.S. **Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa.** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(3), pp. 61-67, 2014. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID69/v4\\_n3\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID69/v4_n3_a2014.pdf). Acesso em: 12 de agosto de 2017).

MOREIRA, M. A. Diagramas V e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, vol. 6, N. 2, pp. 3-12, 2007. Revisado em 2012.

MOREIRA, M. A. Diagramas V e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, vol. 6, N. 2, pp. 3-12. 2007. Revisado em 2012.

\_\_\_\_\_. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica.**

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>. Acesso em: 10 de setembro de 2017.



\_\_\_\_\_. **Mapas Conceituais, Diagramas V e Organizadores Prévios** (Subsídios didáticos para o professor pesquisador em ensino de ciências). Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 2009.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa em Ensino: O Vê Epistemológico de Gowin**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1990.

\_\_\_\_\_. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre-RS, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2012.

\_\_\_\_\_. **Mapas conceituais e diagramas em V**. Porto alegre: Ed. do autor, 2006.

\_\_\_\_\_. **GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA** Conferência proferida na *XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física*, Guayaquil, Equador, julho de 2013 e durante o *Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ*, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014. Disponível em: [http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas\\_seminarios/seminarios/2014\\_Moreira\\_DesafiosEnsinoFisica.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf). Acesso em 25 de maio de 2017.

\_\_\_\_\_. **A Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. In: Masini, E. F. S.; Moreira, M. A. *Aprendizagem Significativa: condições de ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. 1ª. Ed. São Paulo: Vetor. Cap. 1, 2008.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem Significativa Crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, p. 33-45, 2000.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa em Ensino: o vê epistemológico de Gowin**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1990.

NEVES, S.R.G.; GONÇALVES, T. V.O. A Feira de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física (online), v. 6, p. 241-247, 1989.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa-PT, Plátano Edições Técnicas. 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a Aprender**. 1. ed. Lisboa: Cambridge University Press, 1984.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica** / H. Moisés Nussenzveig. Volume 2, Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. – São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

\_\_\_\_\_. Eletromagnetismo, volume 3. Editora Edgar Blucher Ltda. 1ª edição, 1997.

PACHECO, T. A. e DAMASIO, F. **Aprendizagem significativa crítica para introduzir conceitos físicos nos anos iniciais do ensino fundamental**. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(1), pp. 41-57, 2014. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID49/v4\\_n1\\_a2014.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID49/v4_n1_a2014.pdf). Acesso em 12 de agosto de 17.

PARANÁ. Secretaria de Estado de Educação. Superintendência da Educação. **Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental**. Paraná, 2008. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/livro\\_e\\_diretrizes/diretrizes\\_ciencias\\_2008.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/livro_e_diretrizes/diretrizes_ciencias_2008.pdf). Acesso em: 26 de julho de 2018.

PAULA, H. F. **Quântica para iniciantes: investigações e projetos** / Helder F. Paula, Esdras Garcia Alves, Alfredo Luis Mateus. – Belo Horizonte: UFMG, 2011.

PRADO, Ramon Teodoro do. A Utilização do Diagrama V em Atividades Experimentais de Física em Sala de Aula de Ensino Médio. 2015. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

PEREIRA, A. B.; OAIGEN, E.R.; HENNIG.G. **Feiras de Ciências**. Canoas: Ulbra, 2000.

PEREZ, C. P. **O que nos mostram as avaliações em Ciências: o triste cenário brasileiro**. Comciência, Campinas/SP, 10 fev. 2015. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=110&id=1317>. Acesso em: 02 de novembro de 2018.

PINHEIRO, T.F.; PIETROCOLA, M; ALVES FILHO, J.P. **Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico**. In: PIETROCOLA, M. (org.) Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 33-52.

PRODANOV, C; Freitas, E. Metodologia do trabalho científico e Técnica da pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Feevale. 2 ed. Rio Grande do Sul: Novo Hamburgo. 2013.

RABBI, M. A. **O diálogo entre Teoria e Prática: Uma formação continuada de professores de ciências em serviço utilizando o diagrama V**: 2016. 178 f. Tese de Doutorado em Educação. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. [http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_9960\\_TESE\\_CORRIGIDA\\_Final\\_Final\\_Final.PDF](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_9960_TESE_CORRIGIDA_Final_Final_Final.PDF). Acesso em 14 de outubro de 2018.

REDINZ, J. A. **Eletricidade e magnetismo** / José Arnaldo Redinz. – Viçosa: UFV, 1997.

RODITI, I. **Dicionário Houaiss de física** / Itzhak Roditi. – Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

ROSA, P. R. **Algumas questões relativas a feiras de ciências**: para que servem e como devem ser organizadas. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 12, n. 3, p. 223-228, dez. 1995.

Sá, E. F. **Os propósitos de atividades práticas na visão de alunos e professores**. Belo Horizonte: UFMG/FAE, 2003 Dissertação (mestrado) UFMG.FAE

SILVA, C. S. e PENIDO, M. C. M. **Uma leitura sobre problematizações no ensino de ciências**. – In: Encontro de pesquisa em Educação em Ciências, 2011, Campinas. Caderno de resumos, 2011. v. 1. p. 83-89.

SANTOS, S. A. (2008). **La Enseñanza de Ciencias con un Enfoque Integrador a través de Actividades Colaborativas, bajo el Prisma de la Teoría del Aprendizaje Significativo con el uso de Mapas Conceptuales y Diagramas para Actividades Demostrativo-Interactivas – ADI**. (Tese de Doutorado em Ensino de Ciências – Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências - Departamento de Didáticas Específicas, Universidade de Burgos, Burgos, Espanha, 2008).

SANTOS, A. B. **Feiras de Ciências**. Um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. Ver. Ciênc. Ext. v.8, n.2, p.155-166, 2012.

Secretaria de Educação Básica. Programa Nacional de apoio às Feiras de Ciências. Fanaceli Brasília: MEC / SEB, 2006.

SAMPIERI, R. H., COLLADO, C. F., & LUCIO, P. B. **Metodología de la Investigación** (4ªed.) México: McGraw-Hill, 2006.

SAMPIERI, H. R., COLLADO, C. F., LUCIO, M. P. B. *Metodologia de Pesquisa, 5th edição*. AMGH, 03/2013. [Minha Biblioteca].

SOFISTE, J. Jornal Tribuna de Minas; Geral, p. 5. Juiz de Fora, domingo, 12 de janeiro de 2014. Versão impressa.

TRABACH, A. R. S. **Atividades experimentais em sala de aula de física baseadas na utilização da vídeo-análise e estruturadas a partir do diagrama V**. Dissertação de mestrado. Disponível:

[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_12552\\_Disserta%E7%E3o%20Preliminar%20-%20aluno%20Adriano%20Trabach.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_12552_Disserta%E7%E3o%20Preliminar%20-%20aluno%20Adriano%20Trabach.pdf). Acesso em: 09 de Outubro de 2018.

TIPLER, P. A. **Física para cientistas e engenheiros**, v.1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica / Paul A. Tipler, Gene Mosca: tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Vieira. – Rio de janeiro: LTC, 2006.

VAZ, W. F.; SOARES, M. H. F.B. **O ensino de Química para adolescentes em conflito com a lei**: possibilidades e desafios. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 8, n. 3, p. 1-23, 2008.

VICENTIN, J.; SANTOS, S. A. **O ensino do conceito de pressão a partir de uma abordagem integradora, com o apoio de mapas conceituais, diagramas ADI (atividades demonstrativo-interativas) e experimentos alternativos na 8ª série do Ensino Fundamental**. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1616-8.pdf>. Acesso em 28 de dezembro de 2010.

VICENTIN, J.; SANTOS, S. A. Ciências: o ensino do conceito de pressão a partir de uma abordagem integradora, com o apoio de mapas conceituais, diagramas ADI

(atividades demonstrativo-interativas) e experimentos alternativos na 8ª série do Ensino Fundamental. In: Maria Regina da Silva Vargas; Sandro Aparecido dos Santos. (Org.). CADERNOS PDE: O PROFESSOR PDE E OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE. Curitiba: Multimeios - SEED, 2008, v. 1, p. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1616-8.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2018.

WANDERLEY, E. C. **Feiras de Ciências Enquanto Espaço Pedagógico para Aprendizagens Múltiplas**. In: Silvério Crestana. (Org.). Educação para a Ciência - curso de Treinamento em Centros e Museus de Ciências. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, v. 1, 2001.

## **Apêndice A – Questionário de opinião sobre a Feira de Ciências**

Convido você a participar dessa enquete. Quando realizamos uma experiência como essa, ficamos sempre pensando que tem coisas que poderiam ter sido de maneira diferentes, que outras já apresentaram ótimos resultados e ficamos pensando como poderá ser a próxima. A nossa ideia é reunir diferentes opiniões e sistematizá-las a fim de produzirmos um registro em forma de relatório e depois socializa com pessoas envolvidas com esse evento científico. Por isso, a sua contribuição é fundamental para a grandeza do evento para a comunidade local.

Agradecemos desde já a sua contribuição.

1. Nível de satisfação dos alunos e professores ao tema “A Ciência no combate às desigualdades”

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

2. Divulgação da Feira de Ciências

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

3. Organização do evento

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

4. Adequação das instalações à realização da Feira de Ciências

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

5. O que você achou da Feira de Ciências de maneira geral?

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

6. Aponte 5 (cinco) pontos positivos da Feira de Ciências.

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

7. Aponte 5 (cinco) pontos negativos da Feira de Ciências.

☐ excelente ☐ bom ☐ médio ☐ ruim ☐ péssimo

## Apêndice B – Produto Educacional

### Oficinas Pedagógicas para Feira de Ciências: o Diagrama V como Proposição Metodológica



Produto Educacional dissertação do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física/SBF – Polo 12 - UFES. O Diagrama V é apresentado em forma de Oficina Pedagógica, descrevendo seus elementos constitutivos e de como avaliá-los.

Lucas Antonio Xavier  
EEEFM Prof.<sup>a</sup> Filomena Quitiba  
Universidade Federal do Espírito Santo  
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Lucas Antonio Xavier  
[lucas.perobas@gmail.com](mailto:lucas.perobas@gmail.com)

Sob a orientação de  
Prof. Dr. Breno Rodrigues Segatto  
[breno.segatto@ufes.br](mailto:breno.segatto@ufes.br)  
Prof. Ph.D. Laércio Ferracioli  
[laercio.ufes@gmail.com](mailto:laercio.ufes@gmail.com)

Vitória – ES  
Fevereiro – 2019



Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Xavier, Lucas Antonio do, 1970-

X000x Oficinas Pedagógicas para Feira de Ciências: Diagrama V como Proposição  
Metodológica / Lucas Antonio Xavier. – 2019.

32 f. : il.

Orientador: Breno Rodrigues Segatto

Corientador: Laércio Ferracioli.

Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Oficinas pedagógicas. 3. Diagrama V. I.  
Segatto, Breno Rodrigues, 19??-. II. Ferracioli, Laércio Evandro, 1955-. III.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. IV. Título.

CDU: 53

Elaborado por ...

## **EPÍGRAFE**

Que hoje seja o primeiro dia do resto de suas vidas. Enterrem seus sonhos e o  
transformem em um projeto de vida.

Citada (VI Seminário PPGEEnFis) por José Abdalla Helayël-Neto

# SUMÁRIO

Apresentação.....	5
<b>1. Introdução.....</b>	<b>7</b>
1.1 Problemática .....	9
1.2 Objetivos .....	9
<b>2. Oficinas Pedagógicas .....</b>	<b>10</b>
2.1 – Oficina do Método Científico .....	11
2.1 – Oficina do Diagrama V .....	12
<b>3. Oficina Pedagógica do Diagrama V – Instrumento metacognitivo .....</b>	<b>14</b>
3.1 – Instrumento metacognitivo em 4 partes .....	14
3.2 – Questão (ões)-Foco e Evento .....	15
3.3 – Filosofia e Teorias para a produção do conhecimento .....	16
3.4 – Princípios (direcionamento da pesquisa) e Conceitos (define as regularidades) .....	18
3.5 – Registros do Evento e Transformações dos Registros resultados .....	18
3.6 – Asserções de conhecimento e Asserções de Valor .....	
<b>4. Avaliação do Diagrama V .....</b>	<b>20</b>
4.1 - Critérios de Gowin e Alvarez .....	20
<b>5. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>24</b>
<b>6. Anexos .....</b>	<b>28</b>

## **Apresentação**

**Prezado (a) Professor (a),**

Este é o Produto da Dissertação de Mestrado de Lucas Antonio Xavier, defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo.

O produto visa atender a uma demanda da educação em ciências relacionada à organização de Feiras de Ciências nas escolas e objetiva, por meio de Oficinas Pedagógicas, promover a compreensão do Método Científico através do Diagrama V para facilitar a percepção e análise da Física. No ensino da Física é necessário provocar o educando a ultrapassar o senso comum e instigá-lo a conhecer, pensar, falar e explicar fenômenos do cotidiano sob o ponto de vista científico.

A heurística<sup>11</sup> de Gowin oferece o sistema de referência capaz de contribuir para o ensino dos conteúdos da Física de forma eficaz, seja em sala de aula, seja em atividades experimentais para Feira de Ciências. O Diagrama V é a mimetização do Método Científico, constituindo-se de dois lados: o lado esquerdo do Domínio Conceitual (o pensar) que possui os elementos constitutivos: filosofia, teoria, princípio e conceito; o lado direito, do Domínio Metodológico (o agir), com os demais elementos: registros de eventos, fatos, transformações, resultados, interpretação, asserções de conhecimento e asserções de valor. No vértice, o evento, e na região central do diagrama, situa-se a questão-foco, que para ser respondida demanda a contínua interação entre esses dois domínios, o pensar e o agir.

No contexto de sala de aula, o Diagrama V pode ser utilizado para vários fins, como seminários temáticos, atividades experimentais, entre outros. Mas, nos projetos para Feira de Ciências, pode ser um instrumento adequado para o educando pela necessidade de se utilizar a metodologia científica no trabalho escrito, ou mesmo, na oralidade diante da comunidade durante o evento científico da escola. Essa afirmação vem de nossa experiência na Feira de Ciências da Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba: a constatação do baixo domínio científico por parte

---

<sup>11</sup> Na concepção de Novak e Gowin (1984, p. 71) é algo que se utiliza como ajuda para resolver um problema ou para entender um procedimento.

dos alunos, seja na escrita do projeto ou na explicação do experimento para os visitantes.

Entretanto, como trabalhar o Método Científico com os estudantes? Qual a maneira de deixá-los em condições de explicar ao público o seu experimento? Que instrumento pode auxiliar esse percurso para a solução do problema? Para responder a estas questões, delinear um estudo qualitativo com 92 alunos do Ensino Médio. Foi aplicado um questionário e feito análises dos Diagramas V das atividades experimentais. Os dois instrumentos de coleta de dados utilizados são baseados em estudos anteriores. A experiência com o Diagrama V foi exitosa, os alunos tiveram maior interesse por compreender melhor as atividades experimentais solicitadas.

No início da caminhada na Pós-Graduação, eu e meus colegas fomos questionados pelos professores do Polo 12 UFES do MNPEF: vocês vão usar seus produtos quando terminarem o mestrado? Eu disse, na ocasião, que o chão da sala é uma grande oportunidade e que não é só ensinar os conteúdos mas, além de ensinar os conteúdos e utilizar as tecnologias, é necessário pensar no ensino da Física centrado no educando. Pode-se inferir que os alunos engajados com o evento científico da escola começaram a perceber a importância da dinâmica do instrumento metacognitivo para as atividades experimentais e para explicação destas ao público visitante.

Desejo aos professores e professoras da educação básica boa usabilidade do Diagrama V em suas práticas pedagógicas. Sintam-se livres para adaptá-lo as suas metodologias!

Lucas Antonio Xavier

Fevereiro 2019

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos de ensino e aprendizagem requerem um docente dinâmico para mediação dos conteúdos para seus educandos. O professor reflexivo deve conceber em seu planejamento a prática que busque propiciar ao aluno uma aprendizagem significativa. Para que isso ocorra, as ações do trabalho pedagógico devem ser variadas incluindo, por exemplo, a prática com as oficinas pedagógicas. De acordo com Schulz (1991), conforme citado por Viera & Volquind (2002, p. 11) trata-se de um sistema de ensino-aprendizagem que abre novas possibilidades quanto à troca de relações, funções, papéis entre educadores e educandos. Este Produto Educacional trata, de forma objetiva, o Diagrama V em trabalhos de Feira de Ciências como proposição metodológica por meio de oficinas que oferecem mecanismos de integração entre professor e aluno na mediação de conhecimentos.

O Diagrama V proposto por Gowin (1981) é uma abordagem metodológica à problemática educacional de compreensão de conceitos e procedimentos científicos por parte de estudantes. Inicialmente denominado V Epistemológico de Gowin, ou V Heurístico de Gowin ou ainda V de Gowin, também denominado por alguns autores como, Vs, Vê e Vês, nessa obra será denominado de Diagrama V, a Figura 01 ilustra o formato do diagrama considerado.

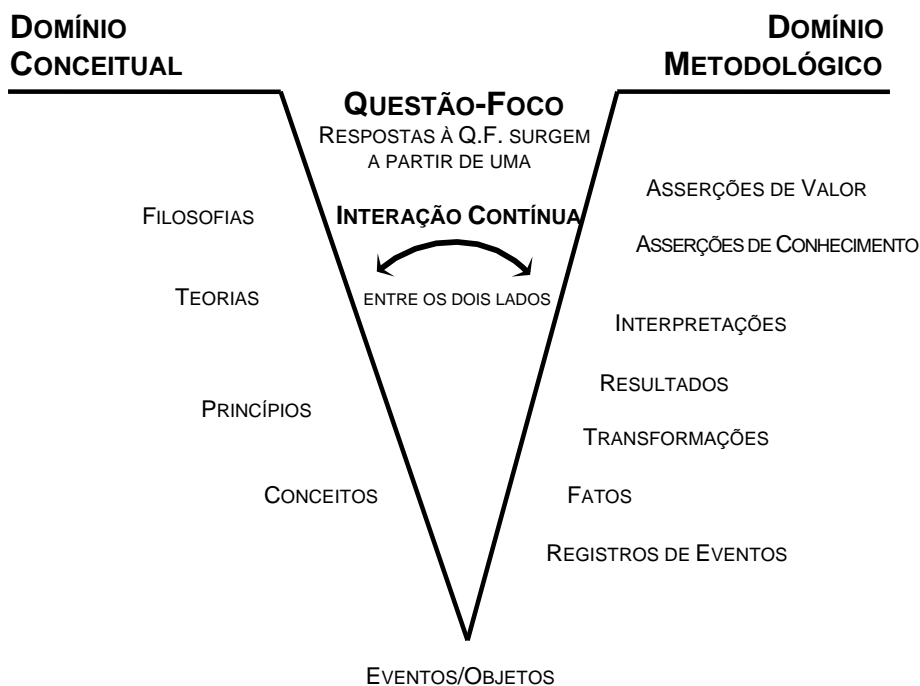


Figura 01: O Diagrama V de Gowin (adaptado de Novak & Gowin, 1984, p.3)

O Diagrama V busca promover a colaboração entre alunos e o professor, possibilitando um detalhamento da estrutura do conhecimento abordado e, no contexto do experimento em Ciências, promove clarificação da natureza e dos objetivos propostos (NOVAK & GOWIN, 1984, p. 71). Para Ferracioli (2005; 2018) pode ser entendido como um instrumento metodológico norteador tanto do processo de investigação quanto um instrumento de análise e interpretação e avaliação de dados de um estudo. De acordo com Moreira (2012, pp. 3-12) o instrumento:

[...] é útil porque mostra claramente a produção de conhecimentos como resultante da interação entre dois domínios, um teórico-conceitual e outro metodológico, para responder questões, que são formuladas envolvendo esses dois domínios, a respeito de eventos ou objetos de estudo sobre os quais convergem tais domínios.

O Diagrama V como instrumento metodológico é uma alternativa à tradicional metodologia de roteiros com preenchimento, via de regra, mecânico. Para se atingir o máximo sua potencialidade em aulas experimentais é necessária uma postura construtivista por parte de quem o utiliza. Assim, para exercer a papel de mediador na transposição dos conteúdos de sua disciplina, o educador, ao utilizar o Diagrama V, pode promover naturalmente a aprendizagem significativa e, simultaneamente, explicitar o fato de que o conhecimento é uma construção do homem:

Acontece que não basta o aluno aprender significativamente os conceitos, as definições, as metáforas de um certo corpo de conhecimento. É preciso também aprender que tudo isso é construção humana, é invenção do homem. Ou seja, o conhecimento humano é construído. (Idem, pp. 3-12)

E preconiza, de forma precisa e conclusiva, a imersão promovida pelo Diagrama V:

Ao utilizar o diagrama V, o aprendiz deverá identificar os conceitos, as teorias, os registros, as metodologias, utilizados na produção de um determinado conhecimento. Com isso, provavelmente perceberá que tal conhecimento foi produzido como resposta a uma determinada pergunta. (Ibidem, pp. 3-12)

Nesse contexto, a integração do Diagrama V às atividades da Feira de Ciências da Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba que vem sendo realizadas há 35 anos, envolvendo projetos das diversas áreas. Os quais são inscritos em editais estaduais e nacionais, representa uma natural evolução desse evento escolar para a consolidação das atividades experimentais ao cotidiano escolar uma vez que estas atraem os alunos e proporcionam uma relação entre o conhecimento da realidade de seu cotidiano e o conhecimento científico abordado nas disciplinas de Ciências. Na escola há formação de equipes para avaliar a pré-feira, evento que antecede a Feira, assim, observam-se os projetos com rigor científico. Desde 2009, os

professores engajados na feira procuram maior qualidade dos trabalhos. Em 2013 foi adotada a computação em nuvem na orientação dos trabalhos. Em 2017 e 2018, de forma experimental, a entrada do Diagrama V. É importante ressaltar que o propósito da Feira de Ciência da escola é socializar esse conhecimento e os experimentos realizados pelos alunos com a comunidade local e que está em acordo com as diretrizes do Ministério da Educação:

Feiras de Ciências são eventos sociais, científicos e culturais realizados nas escolas ou na comunidade com a intenção de, durante a apresentação dos estudantes, oportunizar um diálogo com os visitantes, constituindo-se na oportunidade de discussão sobre os conhecimentos, metodologias de pesquisa e criatividade dos alunos em todos os aspectos referentes à exibição de trabalhos (BRASIL, 2006, p. 20).

### 1.1 Problemática

Portanto, a integração do Diagrama V emerge por meio de uma proposta alternativa à uma problemática existente no evento científico promovido pela instituição de ensino com os objetivos:

- Como trabalhar o método científico com os estudantes?

### 1.1 Objetivos

Para responder esta questão e atingir os objetivos estabelecidos, foram propostas as *Oficinas Pedagógicas* com o objetivo de abordar o método científico através do Diagrama V como elemento instrucional na Feira de Ciências com alunos do ensino regular. A oferta de Oficinas Pedagógicas teve três objetivos específicos, a saber:

- Promover a compreensão do método científico através do Diagrama V;
- Apresentar o Diagrama V como instrumento de percepção e análise da Física;
- Capacitar os alunos para a estruturação e *mediação* de seus experimentos para a Feira de Ciências.

Nesse sentido, a metodologia do professor pode se concretizar com a imersão da heurística de Gowin como novo pressuposto teórico, ao possibilitar explorar e explicar as atividades experimentais dos alunos. Anastasiou (1997), pondera que a metodologia “é passível de mudança quando ao professor é possibilitada uma reflexão sistemática sobre sua prática profissional”.



## 2. OFICINAS PEDAGÓGICAS

O estudo foi desenvolvido na Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, situada no município de Piúma-ES que possui um histórico de 35 anos de realização anual de Feira de Ciências na busca de engajamento de alunos e professores da Educação Básica.

Ao retratar o Ensino de Ciências no século XXI centrado no docente e na aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, Moreira (2013) atenta que, o mesmo deveria ser centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas como modelagem, argumentação, comunicação e validação. Dessa forma, o trabalho realizado com os alunos por meio de oficinas tem o objetivo de promover a articulação e a integração de saberes nos projetos da Feira de Ciências, como aponta Moita & Andrade (2006):

As oficinas pedagógicas são situações de ensino e aprendizagem por natureza abertas e dinâmicas, o que se revela essencial no caso da escola pública – instituição que acolhe indivíduos oriundos dos meios populares, cuja cultura precisa ser valorizada para que se entabulem as necessárias articulações entre os saberes populares e os saberes científicos ensinados na escola (MOITA & ANDRADE, 2006, p. 11).

Anastasiou & Alves (2004, p. 95) afirmam que as oficinas se caracterizam como uma estratégia do fazer pedagógico onde o espaço de construção e reconstrução do conhecimento são as principais ênfases. É lugar de pensar, descobrir, reinventar, criar e recriar, favorecido pela forma horizontal na qual a relação humana se dá. Dessa forma, a integração de um instrumento heurístico, tal como o Diagrama V de Gowin (1981), visa apresentar ao estudante de forma didática como o conhecimento, uma construção do homem, é produzido.

Para isso, é necessário estruturar material de apoio às oficinas e, ao abordar a estruturação de material de apoio ao ensino e aprendizagem de Ciências no contexto escolar, Paula (2011) afirma que:

Aprender e ensinar ciências são empreendimentos de alta complexidade. Isso porque, quando aprendemos ciências, estamos nos apropriando de uma nova cultura. No caso das ciências naturais, entre outros aspectos, essa nova cultura caracteriza-se pela adoção de um conjunto específico de modos, às vezes incomuns, de perguntar, investigar, interpretar, compreender e elaborar respostas para questões relacionadas às características de fenômenos que ocorrem na natureza (PAULA, 2011, p. 194).

Nesse contexto, para abordar a etapa de elaboração de projetos para a Feira de Ciências na escola, uma das atividades mais críticas por onde passam os estudantes da escola, foi necessária estruturar ações que promovessem uma natural mudança na

maneira tradicional dessa atividade da escola. Dessa forma, foram organizadas duas oficinas com os estudantes na preparação dos projetos experimentais dos grupos formados para a Feira de Ciências que ocorre anualmente há anos na escola. A primeira oficina trazendo uma abordagem sobre o método científico tradicional dos livros didáticos e a segunda sobre o Diagrama V que é entendido como uma abordagem estruturante do método científico. O objetivo dessas oficinas que serão descritas a seguir, foi o de promover a melhoria na qualidade dos projetos e, conseqüentemente, no ensino de ciências tão essencial para a comunidade local, além de prepará-los para a ação de mediação de seus experimentos junto ao público visitante da Feira de Ciências.

## 2.1 Oficina do Método Científico

Esta primeira oficina realizada com exposição oral em um tempo de aula de 55 minutos com a utilização de *Datashow*. O Quadro 01 apresenta os tópicos dessa atividade preparatória.

Quadro 01: Programação da Oficina do Método Científico

Temáticas	Diagrama V
Teoria Científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poder explicativo</li> <li>• Precisa dizer por que algo acontece, e não apenas o que acontece...</li> <li>• Resultado precisa ser validado...</li> </ul>
Método Científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que é Ciência? O que chamamos de conhecimento científico?</li> <li>• Visão idealizada: Problema → Hipótese → Experimento → Refutação/Não refutação → Problema</li> </ul>
Método Científico em cinco partes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação: Entender seu objeto de estudo.</li> <li>• Hipótese: Formular uma hipótese a partir da análise dos dados.</li> <li>• Previsões: Hipótese para prever os resultados de novas observações.</li> <li>• Experimento: Desenvolver experimentos para testar suas previsões.</li> <li>• Teoria: Construir uma teoria que explica fenômenos.</li> </ul>
Método científico na prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipóteses precisam ser refutáveis</li> <li>• Os experimentos precisam ser reproduzíveis</li> <li>• Os resultados precisam ser comunicados</li> <li>• Os métodos e resultados precisam ser criticados</li> </ul>
Tipo de Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nem toda pesquisa é feita da mesma forma, os métodos são diversos.</li> </ul>
O método da Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulação do problema</li> <li>• Observação e experimentação</li> <li>• Interpretação e formulação de hipóteses</li> <li>• Teste da interpretação</li> </ul>

A proposta foi a de abordar o procedimento científico na forma tradicional como apresentada nos livros didáticos explicitando o passo-a-passo da construção do conhecimento científico em articulação com as atividades da Feira de Ciências. Ao mesmo tempo em que preparava a abordagem do Diagrama V da segunda oficina.

## 2.2 Oficina do Diagrama V

Esta segunda oficina foi, também, realizada em um tempo de aula de 55 minutos. A proposta foi promover a melhor compreensão do Diagrama V, abordando seus elementos e clarificando métodos e conceitos essenciais no processo de construção de conhecimento. Para o desenvolvimento das atividades da Feira de Ciências da Escola Professora Filomena Quitiba, foi utilizado o Diagrama V da Figura 02 que foi uma adaptação desenvolvida por Prado (2015) onde os estudantes são solicitados a preencher os quadros de cada elemento.

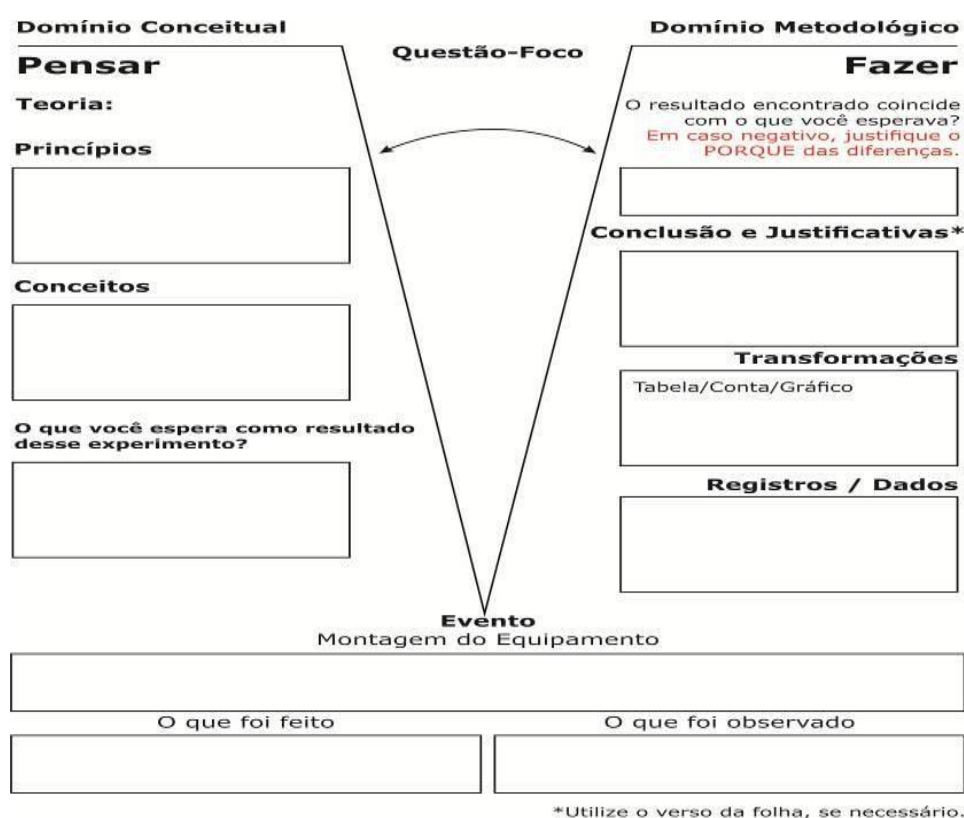


Figura 02: Diagrama V utilizado na Feira de Ciências (adaptação de Prado, 2015).

Para se fazer o bom uso desse instrumento heurístico é necessária uma dialogia entre domínio conceitual e domínio metodológico. Nos projetos da Feira de Ciências optamos por partir do domínio conceitual para o domínio metodológico caracterizando assim, o método dedutivo. Ferracioli (2005) diz que:

Iniciando pelo lado do domínio conceitual ou lado do pensar a pesquisa, pode-se caracterizar esse procedimento como análogo ao método hipotético-dedutivo. Esse lado representa toda a postura filosófica e teórica assumida pelo pesquisador, na qual ele se baseia para observar o mundo ao seu redor. A partir daí, através da metodologia científica escolhida, representada pelo lado do domínio metodológico, chega-se às respostas da questão básica para verificar ou não as predições feitas inicialmente.

Na Figura 02, no lado esquerdo do V encontra-se o domínio conceitual que representa o pensar da pesquisa, enquanto que no lado direito encontra-se o domínio metodológico representando o fazer da pesquisa. A(s) questão(ões)-foco encontra(m)-se no centro, uma vez suas respostas são obtidas a partir de uma contínua interação entre os dois lados. Na base encontram-se os eventos que ocorrem naturalmente ou que são induzidos a acontecer e que, de modo geral, representam a origem da produção do conhecimento, aponta Ferracioli (2018).

O Diagrama V permite visualizar a estrutura do experimento científico, auxilia no planejamento e execução da atividade, podendo tornar-se um recurso instrucional poderoso. A vantagem do seu uso em relação a maneira tradicional de abordar a experimentação é a capacidade de síntese que possui. A inserção do Diagrama V no meio educacional por meio de oficinas é uma alternativa dialógica entre o docente e discente para a produção de conhecimento. Para Carrascosa et al. (1993) citado por Cappelletto (2009, p. 24), os professores costumam ver os trabalhos práticos de laboratório como meio de motivar os alunos para a aprendizagem em ciências e também como a forma promissora de familiarização com a metodologia científica. A integração do Diagrama V pode ser uma abordagem para levar o educando a entender a estrutura e o processo de construção do conhecimento da Física e melhor compreender o método científico. Com a prática, alunos e professores vão adquirindo familiaridade com os elementos do Diagrama V. Segundo Cappelletto (2009, p. 139):

[...] o Vê não é o fim em si mesmo, é apenas um instrumento, um meio de modificar a visão de ciência tradicionalmente veiculada nas aulas experimentais. A estratégia é mais ampla que o instrumento, não se resume a ele. Por isso é que, para nós, mais importante do que acertar um ou outro item do Vê, é compreender sua estrutura, sua dinâmica, a inter-relação entre suas partes.

Na elaboração do Diagrama V podem ocorrer erros por parte dos grupos de alunos ou mesmo pelo professor. O erro nas palavras de Vicentin e Santos (2015) deve:

[...] ser encarado por ambas as partes como meio de construção, pois o conhecimento científico é construído pela superação do erro. É errando que se aprende. Fato este que deve ser lembrado ao se trabalhar com atividades experimentais onde o erro serve como ponto de partida para novas investigações (VICENTIN E SANTOS, 2015).

Indo além, Moreira (2000, pp. 33-45) propõe um princípio para a aprendizagem onde o homem aprende corrigindo seus erros, afirmando que buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação. Assim,

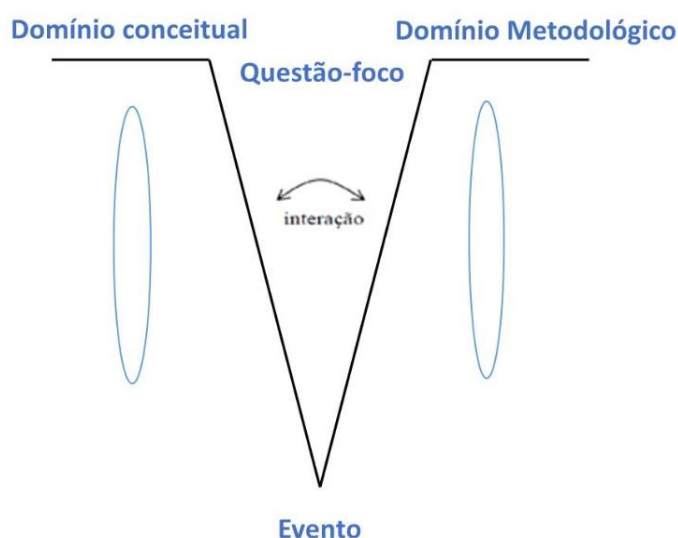
trabalhar com o Diagrama V é um desafio, na medida que seu preenchimento requer um contínuo trabalho onde podem ocorrer erros na tarefa os quais são naturalmente abordados e superados rumo a construção do conhecimento científico.

A seguir, inicia-se a caminhada ao Método Científico por meio do Diagrama V em forma de Oficinas Pedagógicas. Além de consultar as obras de Gowin (1981) e Novak e Gowin (1984), parte dos dados contidos nos diagramas foram coletados nas obras dos pesquisadores brasileiros, Marco Antonio Moreira e Laércio Ferracioli.

### 3. Oficina Pedagógica do Diagrama V – Instrumento metacognitivo

O Diagrama V foi proposto por David Bob Gowin em 1977 ao perceber que os alunos saíam das aulas experimentais sem entender, de fato, o que haviam feito, bem como o porquê do protocolo experimental. De acordo com Moreira (2006), o Diagrama V “nos ajuda a identificar os componentes do conhecimento, clarificar suas relações, e apresentá-los em um modo visualmente compacto e claro”. Trata-se de um instrumento metacognitivo, dividido em 4 partes a saber: **Eventos**, **Questão (ões) - foco**, **Domínio Conceitual** e **Domínio Metodológico**. O esquema 3.1 apresenta a estruturação das partes.

#### 3.1 - Instrumento metacognitivo em 4 partes



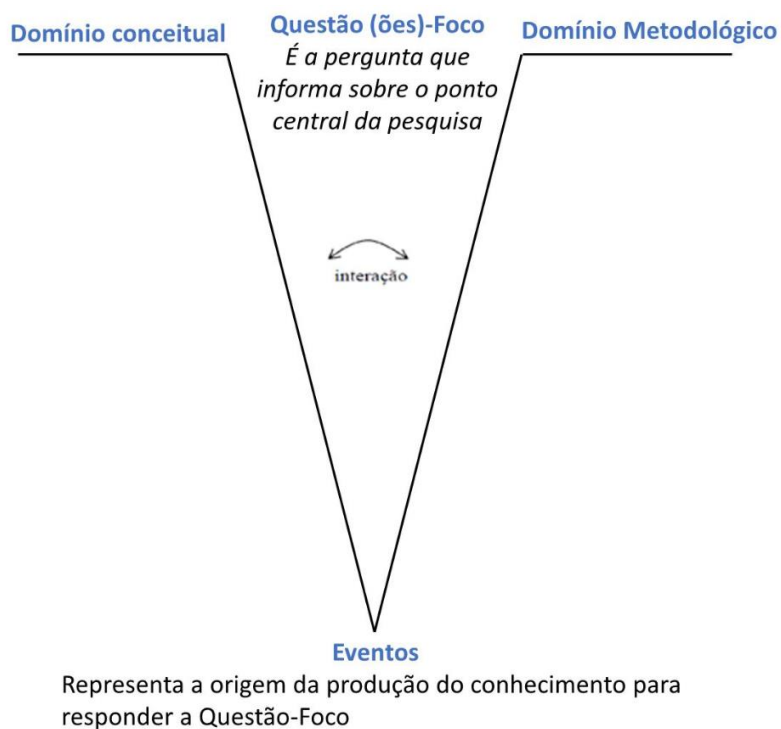
1. No Vértice, **Eventos**: são acontecimentos ou fenômenos de estudo (experimento);
2. Na região central, a **Questão (ões)-foco**
3. Lado esquerdo, o **Domínio Conceitual (Pensar)**
4. Lado direito, o **Domínio Metodológico (fazer)**

Esta estrutura do instrumento metacognitivo é sintetizada por Ferracioli (2005), da seguinte forma:

No lado esquerdo do 'V' encontra-se o domínio conceitual que representa o pensar da pesquisa, enquanto que no lado direito encontra-se o domínio metodológico representando o fazer da pesquisa. A questão básica de pesquisa encontra-se no centro, pois suas respostas são obtidas a partir de uma contínua interação entre os dois lados do 'V'. Na base do 'V' encontram-se os eventos que ocorrem naturalmente ou que são feitos acontecer pelo pesquisador e, que de modo geral, representam a origem da produção do conhecimento (FERRACIOLI, 2005).

Na sequência são detalhados os elementos constitutivos e fundamentais do Diagrama V.

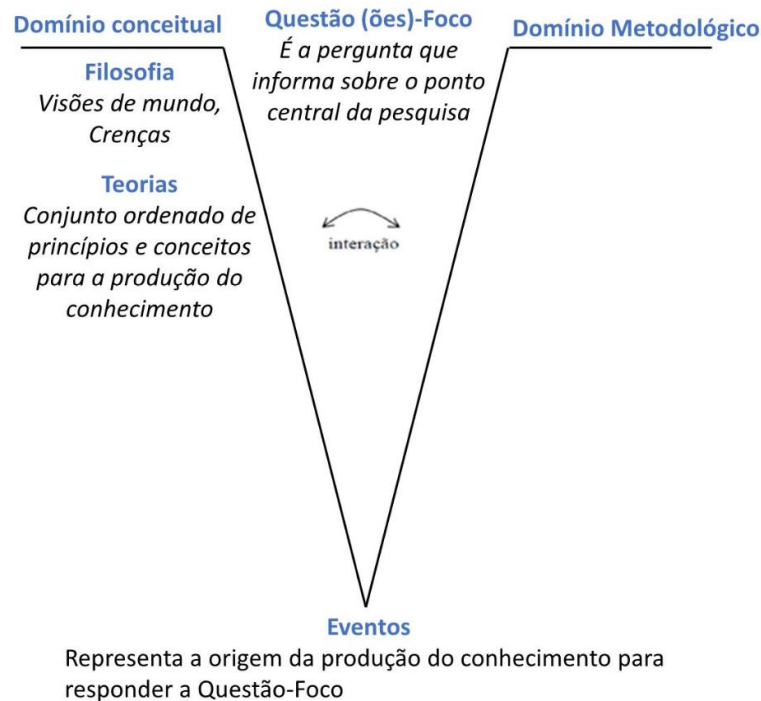
### 3.2 - Questão (ões)-Foco e Evento



Sobre a **Questão-Foco**, Moreira (2012) afirma que, “pertencem tanto ao domínio teórico-conceitual como o metodológico”, e complementa que, “enquanto a busca de respostas a questões-foco leva à produção de conhecimento”. Portanto, ela determina o objetivo específico do trabalho a ser estudado, direcionando o estudo. De acordo com Ferracioli (2005) “é a questão que organiza e direciona a maneira de pensar o problema, a percepção do que está ocorrendo, orientando as ações a serem tomadas. Ela diz respeito ao fenômeno de interesse estudado, informando sobre o ponto central do trabalho”. É a **Questão-Foco** que informa sobre o ponto central da pesquisa: problema (porque?) e objetivos, geral e específicos, (para que?)

O **Evento**, representa a origem da produção do conhecimento para responder a **Questão-Foco**. Moreira (2012) mostra que na “base do Vê estão objetos a serem estudados ou eventos que acontecem naturalmente ou que se faz acontecer a fim de fazer registros através dos quais os fenômenos de interesse possam ser estudados”. O **Evento**, portanto, introduz ao início do percurso metodológico, ou seja, os passos da metodologia (como?).

### 3.3 – Filosofia e Teorias para a produção do conhecimento

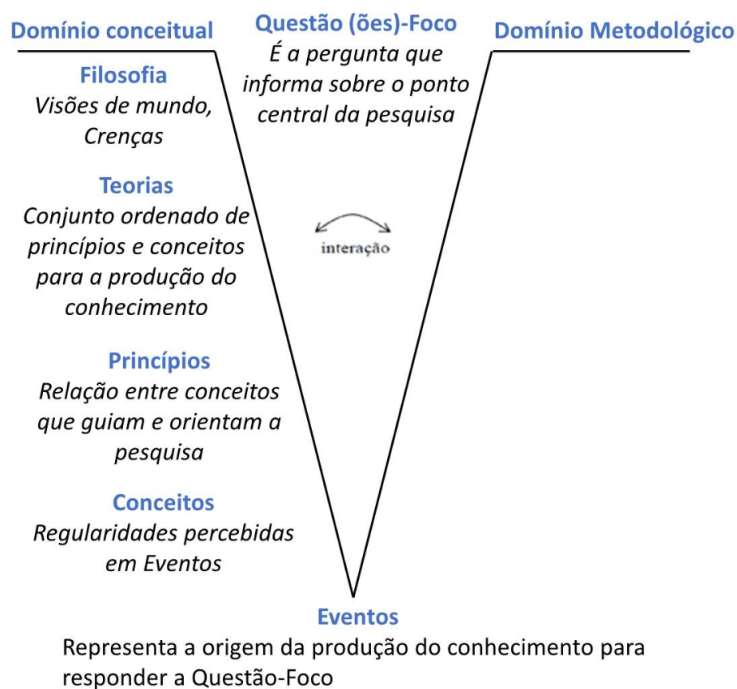


O elemento **Filosofia** representa as visões de mundo, crenças gerais, abrangentes, profundas, sobre a natureza do conhecimento que subjazem sua produção. Contempla os objetivos, geral e específicos (para quê?).

As **Teorias** são um conjunto (s) organizado (s) de princípios e conceitos que guiam a produção de conhecimentos, explicando porque eventos ou objetos exibem o que é observado. Essas teorias são o aporte da pesquisa que engloba: hipóteses (talvez, por que), fundamentação teórica (quem garante?), metodologia (como?) e referências (quem garante?).



### 3.4 – Princípios e Conceitos



Os **Princípios** são enunciados de relações entre conceitos que guiam a ação, explicando como se pode esperar que eventos ou objetos se apresentem ou comportem. Novak e Gowin (1984, p. 79) mostram que “são relações significativas entre dois ou mais conceitos, que guiam a nossa compreensão da ação significativa que ocorre nos acontecimentos que se estudam”.

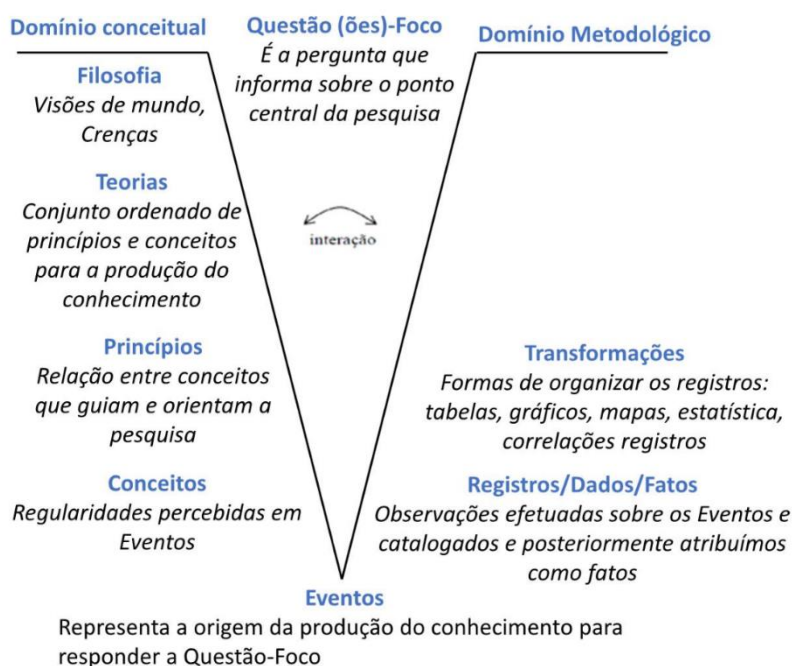
Os **Conceitos**, por sua vez, definem as regularidades percebidas em **Evento** ou objetos indicados por um rótulo.

Portanto, os elementos **Filosofias**, **Teorias**, **Princípios** e **Conceitos** permitem elaborar a **Questão-Foco** para dar sentido à experimentação.

Nesse contexto o **Domínio Conceitual** que se constitui destes elementos no Diagrama V, e que são relevantes para a pesquisa são sustentados por Ferracioli (2005) como:

pode fornecer o embasamento teórico para o desenvolvimento da pesquisa como um todo, através da explicitação das filosofias – crenças sobre a natureza do evento em estudo, teorias – conjunto de princípios fundamentais que se propõem explicar, elucidar, interpretar os eventos, princípios - proposições de relacionamentos entre conceitos e os conceitos abordados pela mesma (FERRACIOLI, 2005).

### 3.5 - Registros do Evento e Transformações dos Registros



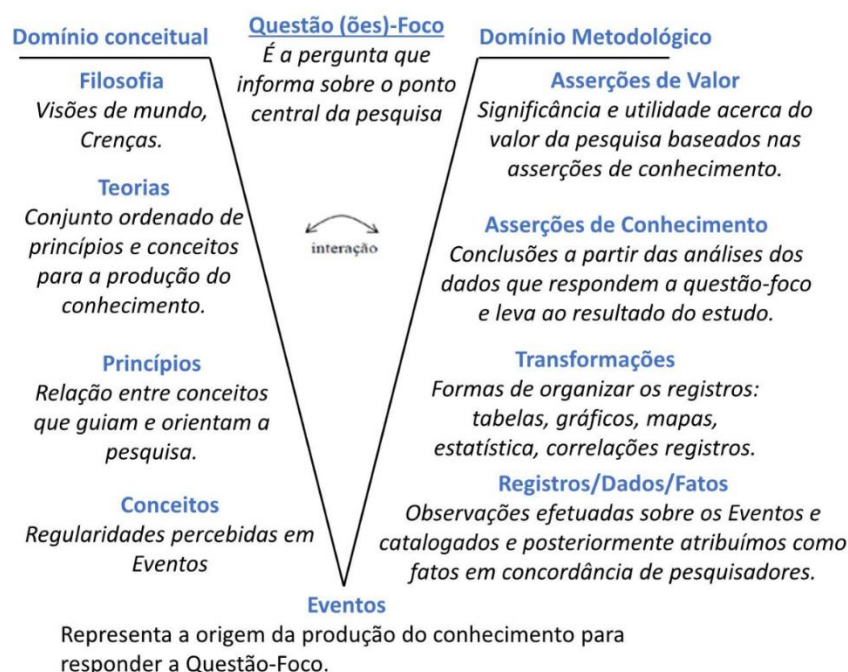
Os **Registros/Fatos** são observações feitas e registradas dos **Eventos** ou objetos estudados (dados brutos). Ele é fundamental para extrair resultados mediante uma metodologia (como?).

As **Transformações dos Registros** como as tabelas, gráficos, estatísticas, correlações, categorizações ou outras formas de organização, devem ser analisadas por técnicas coerentes com a teoria. Ou seja, sistematização dos dados: metodologia (como?) e análise.

Os lados do Diagrama V têm interação contínua que requer certos cuidados conforme explicita Ferracioli (2005),

O caminhar por este lado do pensar está intrinsecamente atrelado ao lado do fazer a pesquisa. Dessa forma, uma vez observado o evento, localizado na base do 'V', seguindo pelo lado direito, são feitos os registros dos eventos, que são as anotações das observações: não há pesquisa sem registro das observações. A avaliação dos registros dos eventos, verificando sua validade (confiança) os transforma em fatos, que constituem a base de dados da pesquisa. (FERRACIOLI, 2005).

### 3.6 - Asserções de Conhecimento e Asserções de Valor



As **Asserções de Conhecimento** são enunciados que respondem a(s) **Questão (ões)-Foco** e que são interpretações razoáveis dos registros e das transformações metodológicas feitas, ou seja, são as conclusões, que a partir das análises dos dados respondem à **Questão (ões)-Foco** e leva ao resultado do estudo.

As **Asserções de Valor** possuem significância e utilidade acerca do valor da pesquisa, são enunciados baseados nas **Asserções de Conhecimento** que declaram o valor, a importância do conhecimento produzido, para que serve? e a quem importa?

Sobre **Fatos**, **Transformação**, **Resultados**, **Interpretação**, **Asserções de Conhecimento** (juízos cognitivos) e **Asserções de Valor** acerca da pesquisa, Ferracioli (2005) esclarece que:

De posse dos fatos, estes são submetidos às transformações, que através de técnicas de análise de dados geram os resultados que são organizados e detalhados para gerarem as interpretações a partir das quais originam-se as respostas da pesquisa ou as asserções de conhecimento, cujo julgamento da relevância e utilidade produzem as asserções de valor localizadas no alto deste lado do 'V'. (FERRACIOLI, 2005).

Ao refletir a importância da abordagem de questões relativas à metodologia de pesquisa como princípio pedagógico, compreende-se o Diagrama V como um recurso importante à fluência nesse campo do conhecimento, e de forma mais específica, no desenvolvimento de projetos de Feiras de Ciências. Os elementos constitutivos da heurística de Gowin, explicitados neste documento podem ser reforçados pelos procedimentos propostos por Moreira (2006), onde sintetiza como ensinar o Diagrama V (Anexo II).

## 4 – Avaliação do Diagrama V

Como avaliar o Diagrama V? Gowin criou como estratégia de avaliação, pontos a serem atribuídos para cada elemento que constituem a heurística (Figura 01, p. 7). Cada item do diagrama recebe valor numérico que oscila entre 0 a 3 ou 4, que podem sofrer alterações, irá depender da investigação feita e o enfoque dado no trabalho. Quando o diagrama é adaptado (Figura 02, p. 12) altera-se a forma de avaliar, pertinente a mudança, Gowin e Alvarez (2005) sintetizou em tabelas os critérios, como será visto a seguir.

### 4.1 – Critérios de Gowin e Alvarez

Adoção do Diagrama V, adaptado por Prado (2015), nas atividades experimentais junto aos grupos de alunos da Feira de Ciências, foi necessário adotar os critérios de Gowin e Alvarez (2005), para avaliar os diagramas. Na sequência temos as tabelas com seus respectivos valores, assim, possibilita avaliar cada elemento constitutivo da heurística de Gowin.

Tabela 1: Critério de Avaliação para a *Questão - Foco*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Questão-foco</i> é identificada
1	Uma <i>Questão-foco</i> é identificada, mas não inclui o <i>Evento</i> OU o lado Conceitual do V.
2	Uma <i>Questão-foco</i> é identificada, inclui conceitos, mas não sugere o <i>Evento</i> OU o <i>Evento</i> errado é identificado.
3	Uma <i>Questão-foco</i> clara é identificada, inclui conceitos para serem usados e diretamente relacionados com o <i>Evento</i> .

Tabela 2: Critério de Avaliação para a *Teoria*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Teoria</i> é identificada.
1	Uma <i>Teoria</i> é identificada, mas não relaciona o Domínio Conceitual do V ou com a <i>Questão-foco</i> e o <i>Evento</i> .
2	Uma <i>Teoria</i> relevante é identificada e relaciona o Domínio Conceitual do V com a <i>Questão-foco</i> e o <i>Evento</i> .

Tabela 3: Critério de Avaliação para os *Princípios*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Princípio ou Lei são identificados.
1	Princípios são identificados e são relevantes com a Teoria.

Tabela 4: Critério de Avaliação para os *Conceitos*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum <i>Conceito</i> é identificado
1	<i>Conceitos</i> são identificados, mas não estão relacionados com a <i>Questão-foco</i> e/ou os <i>Eventos</i> .
2	<i>Conceitos</i> são identificados e estão relacionados com a <i>Questão-foco</i> e/ou os <i>Eventos</i> .

Tabela 5: Critério de Avaliação para *O que você espera como Resultado deste Experimento?*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma expectativa é identificada.
1	Expectativas são identificadas, mas não estão relacionadas com a <i>Questão-foco</i> e/ou ao <i>Evento</i> .
2	Expectativas são identificadas e estão relacionadas com a <i>Questão-foco</i> e/ou ao <i>Evento</i> .

Tabela 6: Critério de Avaliação para o *Evento*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum <i>Evento</i> é identificado.
1	O <i>Evento</i> é identificado, mas é inconsistente com a <i>Questão-foco</i> .
2	O <i>Evento</i> é identificado e é consistente com a <i>Questão-foco</i>

Tabela 7: Critério de Avaliação para os *Registro/Dados*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Registro é identificado.
1	Registros são identificados, mas são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> ou com o <i>Evento</i> .
2	Registros são identificados para o <i>Evento</i> e são consistentes com a <i>Questão-foco</i> .

Tabela 8: Critério de Avaliação para as *Transformações*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Transformação</i> é identificada.
1	<i>Transformações</i> são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> e com os Dados coletados a partir dos <i>Registros</i> .
2	<i>Transformações</i> são consistentes com a <i>Questão-foco</i> e os dados coletados a partir dos <i>Registros</i> .

Tabela 9: Critério de Avaliação para as *Conclusões & Justificativas*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Conclusão</i> é identificada.
1	<i>Conclusões</i> são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> .
2	<i>Conclusões</i> são derivadas dos <i>Registros e Transformações</i> .
3	As <i>Conclusões</i> são consistentes com os dados coletados nos <i>Registros</i> e representados nas <i>Transformações</i> .
4	As <i>Conclusões</i> contêm os componentes de 3 e conduz/sugere para uma nova <i>Questão-foco</i>

Tabela 10: Critério de Avaliação para *O Resultado encontrado coincide com o que você esperava?*

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum resultado é identificado.
1	Resultado é identificado, mas NÃO está relacionado com a <i>Questão –foco e/ou o Evento</i> .
2	Resultado é identificado e está relacionado com a <i>Questão –foco e/ou o Evento</i> .

Os elementos constitutivos do Diagrama V, segundo Novak e Gowin (1984, p. 125), funcionam de forma normativa para estabelecer os critérios de valor. Uma boa porção de conhecimento deverá incluir todos os elementos do “Vê”, ilustrar como é que esses elementos se ligam entre si, e ser coerente, compreensiva e significativa.

O Diagrama V, bem utilizado na educação, pode facilitar o trabalho docente e levar ao educando maior entendimento das atividades propostas, apresentando a potencialidade de elucidar o entendimento sobre o processo de obtenção de conhecimento, proporcionando a visão do todo quando há interação do lado esquerdo com o lado direito, conforme ilustra o Anexo I. De acordo com Vicentin e Santos:

Uma vez que pode ser utilizado pelo aluno, recomenda-se que, em um primeiro momento o professor auxilie o preenchimento do diagrama, juntamente com os alunos. Ao estarem familiarizados com o Diagrama V, os alunos podem ter autonomia durante o seu preenchimento, cabendo ao professor apenas supervisionar a atividade para que as ideias possam ser melhoradas (VICENTIN e SANTOS, pp. 75-100, 2015).

Cappelletto, (2009, p. 54) ressalta um dos aspectos do Diagrama V, que “é que ele ajuda a ver mais claramente como o conhecimento é construído, uma característica que é engrandecedora, útil e permanente”. As diversas possibilidades do uso do Diagrama V, de acordo com a autora, incluem “usá-lo para guiar projetos de pesquisa, analisar

relatórios, livros de texto e material curricular, inclusive aqueles usados para desenvolver e aperfeiçoar o planejamento de eventos educativos”.

Este Produto Educacional no formato de oficina se sustenta nos trabalhos de Gowin (1981; 2005; 1984), Moreira (2000; 2006; 2007; 2012; 2014) e Ferracioli (2005; 2018) sobre o Diagrama V, instrumento metacognitivo de apoio no contexto dos trabalhos de Feira de Ciências.



## **5 – Considerações Finais**

A etapa de elaboração de projetos para a Feira de Ciências na escola, uma das atividades mais críticas por onde passam os estudantes, necessita da estruturação de ações que promovam uma natural mudança na maneira tradicional dessa atividade.

Nesse sentido, a metodologia do professor pode se concretizar com a imersão da heurística de Gowin como um novo pressuposto teórico-prático, possibilitando explorar e explicar as atividades experimentais dos alunos. O Diagrama V como instrumento metodológico é uma alternativa à tradicional metodologia de roteiros com preenchimento, via de regra, mecânico.

Dessa forma, o trabalho realizado com os alunos por meio de Oficinas Pedagógicas para a inserção do Diagrama V, tem o objetivo de promover a articulação e a integração de saberes científicos nos projetos da Feira de Ciências, pois busca promover a colaboração entre alunos e o professor, possibilitando um detalhamento da estrutura do conhecimento abordado e, no contexto de experimentos de Física.

Os elementos constitutivos do Diagrama V mostrados neste Produto Educacional pontuam o grau de importância quando se reflete as relações de produção do conhecimento, uma vez que representa uma abordagem metodológica à problemática educacional de compreensão de conceitos e procedimentos científicos por parte de estudantes. Nele há uma interação contínua dos elementos até a obtenção das asserções de conhecimento e de valor. Portanto, o professor tem em mãos esta opção pedagógica para engajar seus alunos na cultura científica atual e futuras.

## 5 - Referências Bibliográficas

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L.P. Estratégias de Ensino. In: \_\_\_\_\_. (Orgs.). **Processos de ensino na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Ed. Univille, 2004. p. 68-100.
- ANASTASIOU, L. G. Metodologia do ensino: primeiras aproximações. *Educar em revista*, v. 13, p. 93-100, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica Fenaceb**. Brasília, DF, 2006.
- CAPPELLETO, E. **O Vê de Gowin conectando teoria e experimentação em física geral: questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo**. Porto Alegre, 297 p., 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FERRACIOLI, L. O “V” Epistemológico como Instrumento Metodológico para o Processo de Investigação. **Didática Sistêmica**, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, v.1, p.106-125. 2005.
- FERRACIOLI, L. *O Diagrama V no Ensino Experimental*. 2018, Publicação Interna do ModeLab. Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo.
- GOWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, Cornell University Press, 1981.
- GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. *The Art Educating with V Diagrams*. Cambridge University Press, New York, 2005.
- MOREIRA, M. A. Diagramas V e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, vol. 6, N. 2, pp. 3-12. 2007. Revisado em 2012.
- MOREIRA, M. A. **GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA** Conferência proferida na *XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física*, Guayaquil, Equador, julho de 2013 e durante o *Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ*, Rio de Janeiro, Brasil, março de 2014. Disponível em <[http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas\\_seminarios/seminarios/2014\\_Moreira\\_DesafiosEnsinoFisica.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf)> Acesso em 25-05-2017
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. In: Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Lisboa (Peniche), pp. 33-45, 2000.

Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>> Acesso em 22-03-2017.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas em V**. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006.

MOITA, F. M. G. S. C; ANDRADE, F. C. B. O saber de mão em mão: a oficina pedagógica como dispositivo para a formação docente e a construção do conhecimento na escola pública. **REUNIÃO ANUAL DA ANPED**, v. 29, p.16, 2006.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

PAULA, HELDER F. **Quântica para iniciantes: investigações e projetos** / Helder F. Paula, Esdras Garcia Alves, Alfredo Luis Mateus. – Belo Horizonte: UFMG, 2011.

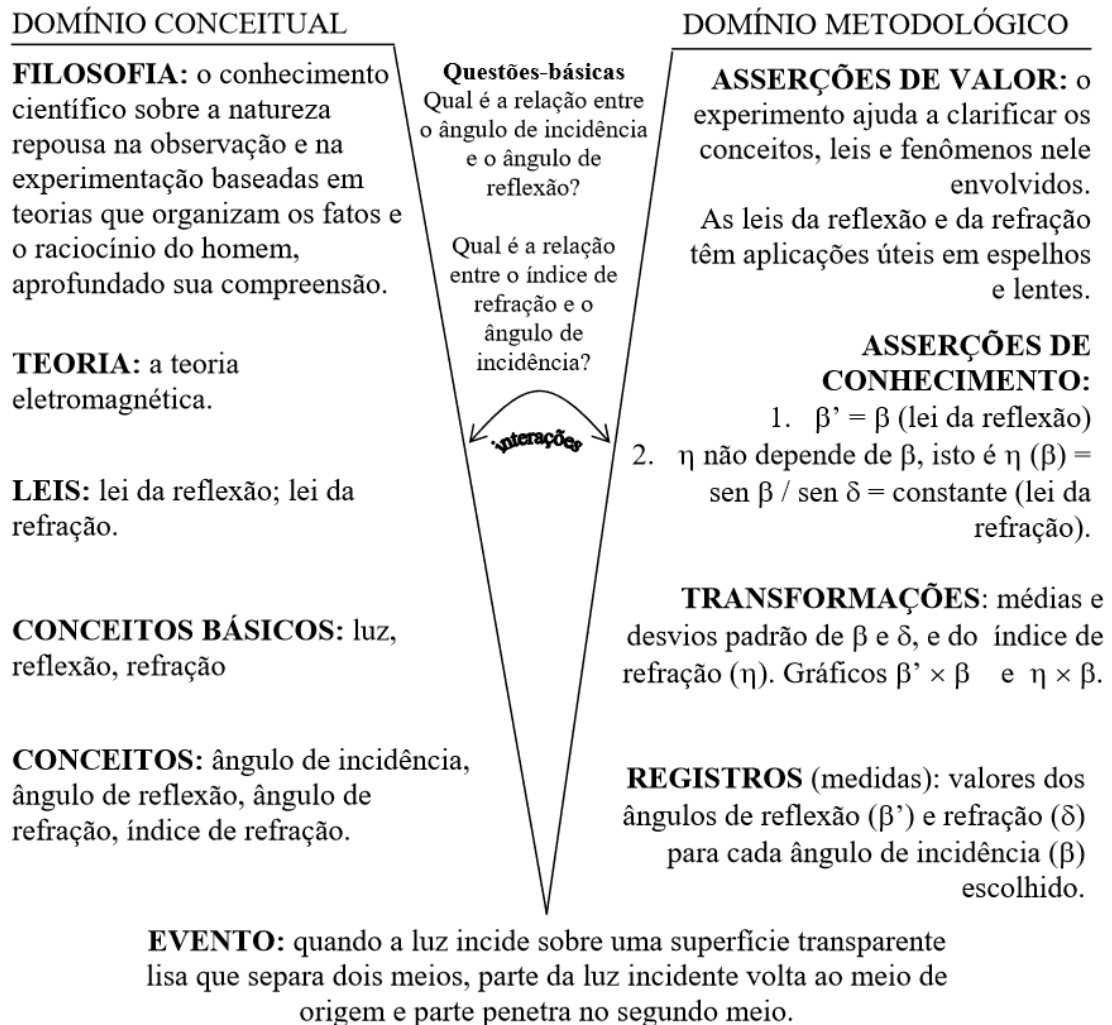
PRADO, R. T. **Utilização do diagrama v em atividades experimentais de física em sala de aula de ensino médio**. Vitória, 137 p., 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Estado do Espírito Santo.

VICENTIN, J., SANTOS, S. A. **Ciências: o ensino do conceito de pressão a partir de uma abordagem integradora, com o apoio de mapas conceituais, diagramas adi (atividades demonstrativo-interativas) e experimentos alternativos no 9º ano do ensino fundamental. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V5(1), pp. 75-100, 2015. Disponível em** <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID83/v5\\_n2\\_a2015.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID83/v5_n2_a2015.pdf)> Acesso em 12-08-17

VIEIRA, E; VOLQUIND, L. **Oficinas de ensino: O quê? Por quê? Como**. 4ª Ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2002.

## ANEXOS

### ANEXO 1 - Um diagrama V para um experimento de laboratório



Fonte: Moreira (2012)

## **ANEXO 2 - Procedimentos para Ensinar Diagramas V**

1. Escolha um evento de laboratório ou de campo (ou um objeto) que seja relativamente simples de observar e para o qual uma ou mais questões-foco possam ser facilmente identificadas. Alternativamente, um trabalho de pesquisa com características semelhantes pode ser usado depois que todos os alunos (e professor) o tenham lido cuidadosamente.
2. Comece com uma discussão sobre o evento ou objeto que está sendo observado. Assegure-se de que o que é identificado é o evento ou objeto para os quais registros serão feitos. Surpreendentemente, isso às vezes é difícil.
3. Identifique e escreva o(s) melhor(es) enunciado(s) da(s) questão(ões)-foco. Novamente, certifique-se que a(s) questão(ões)-foco se relaciona(m) com o evento ou objeto estudado e com os registros a serem feitos.
4. Discuta como a(s) questão(ões) serve(m) para focalizar nossa atenção em aspectos específicos do evento ou objeto e requer(em) que certos tipos de registros sejam feitos se queremos respondê-la(s). Mostre como uma pergunta diferente sobre o mesmo evento ou objeto implicaria fazer registros distintos (ou com distinto grau de precisão).
5. Discuta a fonte da(s) questão(ões), ou a escolha do evento ou objeto a ser observado. Ajude os alunos a ver que, em geral, são nossos conceitos, princípios ou teorias que nos levam a escolher o que observar e perguntar.
6. Discuta a validade e fidedignidade dos registros. São eles fatos (i.e., registros válidos e fidedignos)? São nossos conceitos, princípios e teorias, relacionados com nossos mecanismos de fazer registros, que lhe asseguram validade e fidedignidade? Há maneiras de obter registros mais válidos e fidedignos?
7. Discuta como podem ser transformados os registros a fim de responder a(s) questão(ões)foco. Será que certos gráficos, tabelas ou estatísticas serão transformações úteis?

8. Discuta como nossos conceitos, princípios e teorias dirigem nossas transformações dos registros. A estrutura de qualquer gráfico ou tabela, ou a escolha de certas estatísticas, é influenciada por tais conceitos, princípios e teorias.
9. Discuta a construção de asserções de conhecimento. Ajude os alunos a ver que questões diferentes poderiam levar a fazer registros distintos e fazer outras transformações dos registros. A consequência disso poderia ser um outro conjunto de asserções de conhecimento sobre o evento ou objeto estudado.
10. Discuta as asserções de valor. São enunciados de valor do tipo X é melhor do que Y, ou X é bom, ou devemos procurar atingir X. Note que as asserções de valor devem derivar das asserções de conhecimento, mas não são a mesma coisa.
11. Mostre como conceitos, princípios e teorias são usados para moldar nossas asserções de conhecimento e podem influenciar nossas asserções de valor.
12. Explore maneiras de como melhorar uma pesquisa examinando qual elemento do Vê parece ser o "elo mais fraco" em nossa cadeia de raciocínio, i.e., na construção de nossas asserções de conhecimento e valor.
13. Ajude os alunos a ver que trabalhamos com uma epistemologia construtivista para construir asserções sobre como vemos o mundo funcionando, não como uma epistemologia empirista ou positivista que prova alguma verdade sobre como o mundo funciona.
14. Ajude os alunos a ver que uma "visão de mundo" é o que motiva e dirige o pesquisador naquilo que ele ou ela escolhe para tentar entender e controlar a energia que despende nessa tentativa. Cientistas se preocupam com valores e procuram sempre melhores maneiras de explicar racionalmente como funciona o mundo. Astrólogos, místicos, criacionistas e outros não se engajam no mesmo empreendimento construtivista.
15. Compare, contraste e discuta diagramas V feitos por diferentes alunos para o mesmo evento ou objeto. Discuta como esta variedade ajuda a ilustrar a natureza construtiva do conhecimento.

## **Anexos da Dissertação**

### **Anexo A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Carta de solicitação para levantamentos de dados na escola

Piúma, 14 de junho de 2018.

De: Profº Lucas Antonio Xavier

Docente da EEEFM Professora Filomena Quitiba – Piúma / ES

Mestrando do programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Para: Aluno (a) da escola

Assunto: Levantamento de dados

Sr. Diretor: Rodrigo Queiróz Danúbio

Em virtude das atividades do mestrado junto ao Centro de Ciências Exatas, PPGEnsFis da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, que têm como objetivo de discussão a integração do Diagrama V como proposição metodológica na Feira de Ciências, sob a orientação do Profª Dr. Breno Rodrigues Segatto (breno.segatto@ufes.br). Estamos solicitando de vossa senhoria algumas informações sobre a escola de forma geral e sobre os alunos, através do preenchimento dos questionários. Os dados fornecidos serão analisados objetivando, entre outros motivos, subsidiar e fundamentar a busca por soluções de questões presentes no cotidiano escolar, em especial relativa a integração do Diagrama V, muitas delas ainda desconhecidas pela Secretaria Estadual de Educação (Sedu).

Esclarecemos a vossa senhoria que o detalhamento das informações prestadas, como a identificação da escola e do aluno, será de conhecimento único do pesquisador e de seu orientador, estando presentes no trabalho final apenas números gerais. Neste sentido solicitamos fidedignidade das informações e firmamos nosso compromisso na proteção dos dados apresentados.

Desde já nossos sinceros agradecimentos.

Profº Lucas Antonio Xavier

## **Anexo B – Questionário, levantamento de dados com alunos da Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba.**

Este questionário visa obter informações na escola Professora Filomena Quitiba, através dos alunos do Ensino Médio, a respeito do uso do Diagrama V em Feira de Ciências. Suas apreciações serão muito úteis para a tomada de decisões com fins de melhoramento contínuo do serviço educativo que esta instituição está oferecendo. A avaliação tem caráter confidencial. Preencher com um x a opção que melhor expressa sua opinião. Agradecemos sua colaboração.

1. Eu gostei de usar o Diagrama V para a Feira de Ciências.

- ☐ Concordo totalmente   ☐ Concordo parcialmente   ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente   ☐ Discordo totalmente

2. Fiquei mais interessado nos experimentos do que o normal porque, o Diagrama V me ajudou a entendê-los melhor.

- ☐ Concordo totalmente   ☐ Concordo parcialmente   ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente   ☐ Discordo totalmente

3. O Diagrama V me ajudou a aprender os CONCEITOS usados nos experimentos.

- ☐ Concordo totalmente   ☐ Concordo parcialmente   ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente   ☐ Discordo totalmente

4. Enquanto construía o Diagrama, consegui relacionar a QUESTÃO-FOCO com os PROCEDIMENTOS.

- ☐ Concordo totalmente   ☐ Concordo parcialmente   ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente   ☐ Discordo totalmente

5. Foi mais fácil identificar os DADOS a serem coletados durante o experimento com o Diagrama V.

- ☐ Concordo totalmente   ☐ Concordo parcialmente   ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente   ☐ Discordo totalmente

6. No início do semestre, senti-me desconfortável para elaborar o Diagrama V.



☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

7. Prefiro fazer o relatório no formato de Diagrama V do que no formato inicial.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

8. Senti-me mais confiante em fazer o lado do pensar (lado esquerdo) do Diagrama V do que o lado do fazer (lado direito).

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

9. O Diagrama V me ajudou a entender melhor o que eu estava fazendo no experimento.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

10. O Diagrama V me ajudou a entender qual era o objetivo geral da Feira de Ciências.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

11. O modelo do Diagrama V tinha espaço suficiente para escrever minhas respostas.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

12. Fui devidamente esclarecido que poderia utilizar o Diagrama V durante o experimento.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

13. Fiquei confortável em usar o Diagrama V durante o experimento.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

14. Consegui entrar em contato com o professor orientador sempre que foi necessário.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo  
☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

15. A disponibilidade do professor para tirar minhas dúvidas foi essencial para a compreensão do Diagrama V.

☐ Concordo totalmente ☐ Concordo parcialmente ☐ Nem concordo nem discordo

☐ Discordo parcialmente ☐ Discordo totalmente

## Anexo C – Diagrama V (Prado, 2015) utilizado nas atividades experimentais para a Feira de Ciências

Domínio Conceitual	Questão-Foco	Domínio Metodológico
<p><b>Pensar</b></p> <p><b>Teoria:</b></p> <p><b>Princípios</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> <p><b>Conceitos</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> <p><b>O que você espera como resultado desse experimento?</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>	<p>↔</p>	<p><b>Fazer</b></p> <p>O resultado encontrado coincide com o que você esperava? Em caso negativo, justifique o <b>PORQUE</b> das diferenças.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <p><b>Conclusão e Justificativas*</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> <p><b>Transformações</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%; padding: 2px;">Tabela/Conta/Gráfico</div> <p><b>Registros / Dados</b></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
<p><b>Evento</b> Montagem do Equipamento</p>		
O que foi feito	O que foi observado	

\*Utilize o verso da folha, se necessário.